



PATENT APPLICATION  
Q-79643

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of

Joseph DEMARTEAU

Appln. No.: 10/765,282

Group Art Unit: NOT YET KNOWN

Confirmation No.: NOT YET KNOWN

Examiner: NOT YET KNOWN

Filed: January 28, 2004

For: SYSTEM TO CREATE WAVES OR MOTION OF THE SURFACE OF A LIQUID

**SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Submitted herewith is a certified copy of the priority document on which a claim to priority was made under 35 U.S.C. § 119. The Examiner is respectfully requested to acknowledge receipt of said priority document.

Respectfully submitted,

John H. Mion  
Registration No. 18,879

SUGHRUE MION, PLLC  
2100 Pennsylvania Avenue, N.W.  
Washington, D.C. 20037-3213  
(202) 663-7901

WASHINGTON OFFICE

23373

CUSTOMER NUMBER

Date: June 9, 2004

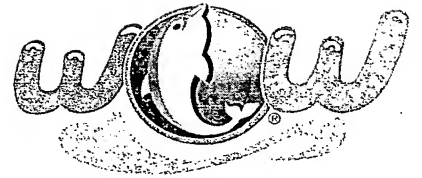
**WOW Company s.a.**

rue Pieds d'Alouette 18 - Parc Industriel  
B - 5100 NANINNÉ (Belgium)

☎ + 32 81 40 19 66 • Fax : + 32 81 40 24 44

E-mail : [wow.company@skynet.be](mailto:wow.company@skynet.be)

R.C. Namur : 50664 • T.V.A. : BE 425.062.314



True translation of :

« Système pour créer des vagues ou un mouvement à la  
surface d'un liquide »

*« System for creating waves or movement of the surface of a liquid »*

**WOW Company s.a.**

rue Pieds d'Alouette 18 - Parc Industriel

B - 5100 NANINNÉ (Belgium)

☎ + 32 81 40 19 66 • Fax : + 32 81 40 24 44

E-mail : [wow.company@skynet.be](mailto:wow.company@skynet.be)

R.C. Namur : 50664 • T.V.A. : BE 425.062.314



True translation of :

« Système pour créer des vagues ou un mouvement à la surface d'un liquide »

« *System for creating waves or movement of the surface of a liquid* »

no problem!



translation & text centre

WOW Company S.A.  
c/o Mr. Jean-Baptiste FALLON  
rue Pieds d'Alouette 18  
5100 NANNINE  
BELGIUM

Deinze, 21 February 2004

Dear Mr Jean-Baptiste Fallon

We hereby confirm that this is a true translation of the original.  
All pages are initialed.

Yours truly,

JESSICA DOBBELAERE  
SWORN TRANSLATOR  
COURT OF GHENT  
DE VARIETUR

Ms. Jessica Dobbelaere  
Managing director *No Problem!*  
and sworn translator to the Court of First Instance of Ghent, Belgium.

VAT BE 586 986 887  
HR Gent 182.900  
Fortis (Belgium) 290-0507075-77  
ABN-AMRO (NL) 62.78.52.564  
CA (FR) 16706-00180-13342266000-89

*Our Ghent Office:*  
Franklin Rooseveltlaan 348  
B-9000 Ghent  
*Our Deinze Office:*  
Georges Martensstraat 25  
B-9800 Deinze

*Contact us:*  
Tel +32 (0) 9 245 17 89  
Fax +32 (0) 9 256 43 50  
info@no-problem.info  
www.no-problem.info  
www.textes-traductions.com

## System for creating waves or movement of the surface of a liquid

### Field of Invention

The present invention relates to a system for creating waves or movement on the surface of a liquid contained in a pool.

### State of the art

A number of wave-making systems have already been proposed.

Thus, it has been proposed that the side wall of a swimming pool or its bottom be fitted with a pipe attached to a piston such that, as water is sucked through one end of the pipe, water exits at the other end into the pool. The creation of movement requires a considerable quantity of water to be impelled and expelled.

There have also been proposals for objects that are to move in a vertical plane above the surface of the pool. Such mechanisms have the disadvantage of being too visible and do not provide optimal functionality.

It is also known that there are baths equipped with jet streams that provide large volumes of water, in which the water output is substantially horizontal. The jet may or may not be controlled according to the state of the surface of an area of the bath.

Finally, there is also a floating ball (WOW ® as marketed by the applicant) capable of creating waves on the surface of the water in a swimming pool. Such a ball provides excellent amplification of wave movement, this amplification being progressive. Such a floating ball does however reduce the usable surface of the pool, both by its volume and by its location (in the middle of the pool, or at least, away from its edges.) Such a ball can be fairly heavy.

The present invention relates to a simple system that allows the creation and control of movement at the water's surface; the said system offers one or more of the following advantages:

- system can be placed in parts of the pool not used for swimming
- easily installed in an existing pool
- better movement or turbulence of the water along the pool walls,
- system is not visible
- possibility of creating massage areas in a section of the pool
- very safe system from the point of view of swimmers' safety.
- etc.

#### General description of the Invention

This is a system designed to create waves or movement at the surface of a liquid contained in a pool of average level. The system comprises:

- one or more means of acting upon the liquid, chosen from amongst injectors and explicit vortices; preferably several means of action chosen from injectors and explicit vortices, preferably situated and directed in areas and in directions where their effect is optimal.
- one or more pipe to link one or more means of action to one or more source of a fluid under a higher pressure superior than that exercised by the liquid on one or more of the means of action under consideration,
- a device to control the speed and/or the fluid pressure of the fluid output from one or more means of action, or a mobile directional system for one or more of these means of action, or a mask system, or mobile directional flow system for one or more of the means of action.

in which the said means of action are chosen from a group comprising:

- means of action directing, at least in an intermittent fashion, the fluid in the liquid according to a principal direction or in a direction within a cone (in

either 2 or 3 dimensions) forming an angle between  $-30^\circ$  and  $30^\circ$ , for example from  $+15^\circ$  to  $-15^\circ$ , preferably between  $-10^\circ$  and  $+10^\circ$ , and ideally between  $-5^\circ$  and  $+5^\circ$ , or even less, in relation to a vertical or horizontal axis.

- means of action directing, at least in an intermittent manner, the fluid along and/or against a wall submerged in the liquid.
  - means of action or injectors, directing, in an intermittent manner, the fluid to move in the direction of movement of an action zone [we understand 'action zone' to mean the area in which, by its own movement, the injection causes or amplifies the movement of a mass of water or liquid in the pool, in such a manner that the overall speed of the fluid at the site of action or in the action zone is higher than the natural speed of the liquid if this action had not occurred. In particular the overall speed of the fluid at the site of action will be more than twice the speed of the fluid at the injector output, preferably more than 5 times the speed of the fluid at the injector output, and ideally 10 times the speed of fluid at the injector output, for example between 20 and 50 times the speed of fluid at the injector output, the important issue being that fluid speed in the action zone be superior to its speed in the absence of injectors] of one or more means of action or injectors or crossing an action zone of one or more means of action or other injectors, and
  - with a combination of these,
- and in which the control device contains a means which adapts the speed and/or pressure and/or the direction of the fluid output from one or more means of action or injectors, in relation to the surface state of a part of the liquid surface, this surface state being preferably detected by a means of detection.

The system comprises one or more, even at least four, preferably at least ten, ideally at least 20 means of action, namely injectors. The number of means of action, namely injectors, depends on the shape of the pool, the volume of the pool, the wave types, the time taken for the waves to achieve a specific height, etc. The larger the number and greater the power of the means of action, namely injectors, the more precisely the waves formed on the surface of the pool can be regulated. The total

number of means of action, namely injectors, may for example be 30, 40, 50, 75, 100, 150, 200, or perhaps even more; these small means of action, namely injectors, being ideally assembled into groups of more than 3 means of action or injectors for example between 5 and 30 means of action or injectors each group of means of action or injectors acting in an area of the pool or having an action zone within an area of the pool, in particular in an area of the pool adjacent to a side wall of the pool.

Preferably each means of action or injector will be adapted to achieve a fluid speed at the output of each means of action or injector (area of action) above 2 m/s, preferably above 10 m/s, ideally greatly higher than 15m/s, in such a way as to bring to the area of effectiveness of the means of action or injector speeds above that of the water's natural movement, more specifically higher than 15 m/s and/or to achieve an action zone – perhaps in conjunction with one or more means of action or injectors – with a length of over 20cm, preferably more than 40cm, ideally more than 50cm, more specifically of at least the difference in levels between the level of the smallest wave trough and the highest wave peak.

The means of action or injectors are preferably placed along the side wall(s) of the pool so as to act in the areas of the pool where the waves trough and/or peak, the means of action or injectors being preferably positioned in groups separated from each other by a distance approximately equal to an integer multiple of one quarter of a wavelength, or even an integer multiple of one half of the wavelength of the desired or predetermined wave. In the event that certain vertical means of action or injectors act upon the antinodes (troughs – crests) and other horizontal ones act upon the nodes (no vertical displacement) the vertical means of action or injectors are placed such that their action is situated a quarter of a wavelength apart from the horizontal ones.



The means of action, or injectors could equally be arranged at the bottom of the pool, in an area or areas away from the edges of the pool where peaks and troughs are anticipated.

Ideally, each means of action or injector is adapted to achieve a maximum fluid output of less than 2l/s, preferably less than 1 l/s, ideally less than 0.5 l/s, more particularly less than 0.25 l/s. Preferably, the fluid output from the means of action or injector will be reduced, but said fluid will be ejected with considerable speed so as to generate a wave surge particularly in the action zone. Larger outputs are possible with larger means of action or injectors for example to agitate the liquid in a large volume pool.

More particularly, the means of action or injectors will be adapted to be used alone, or in conjunction with one or more others, to create an action zone at least on the crest or on the trough of a wave. The means of action or injectors will for example be adapted to ensure that the fluid reaches a height above that of the highest wave, or to reach a point lower than the lowest wave level, so as to increase the wave effect.

Preferably, the control system will inject the fluid by one or more means of action or injectors into an area of the pool as the liquid level in the area is in its ascent phase.

One or more means of action or injectors are preferably improved or linked to a specially built vortex system or Venturi system, creating, as does the simple injector, an intake of liquid from the pool and ejecting it to create a wave. The vortex or Venturi system can be fitted with one or more systems to control the quantity of liquid taken in or ejected from the vortex or Venturi.

In one form of embodiment, the system comprises a first series of means of action, namely injectors, and a second series of means of action, namely injectors, and the control mechanism controls the speed and/or pressure of the fluid from the means of action or injectors such that when the speed and/or pressure of the fluid output from

the means of action or injector is nil, or detectably nil, the speed and/or pressure of the fluid output from the means of action or injectors in the other series is maximal or detectably maximal. The means of action or injectors are linked in either a vortex shape, on rails, on linear or vertical slopes or curves, possibly inclined in relation to a horizontal surface, in a fan formation, etc

In a detail of an embodiment of the invention, the system comprises one or more substantially vertical series of means of action or injectors and one formed piece, adapted to the shape of a submerged edge of the pool. This formed piece preferably has a shape that guides the liquid in the pool away from the dead areas of the pool. Moreover, this formed piece can possibly contain an absorber or dissipater to dispel the jet of a means of action, or continuous injector, in its inactive phase

In one form of embodiment, the system comprises more than one series of means of action or injectors, each series of means of action or injectors being linked to a separate formed piece. Each series is for example situated in a corner of the pool. In particular, a series of means of action or injectors is situated substantially in each corner of the pool.

In a detail of another embodiment, the system comprises more than one series of means of action or injectors, for instance, two series of means of action, or injectors being linked to a first formed piece, whilst two other series of means of action or injectors are linked to a second formed piece. The formed pieces are for instance placed along the length of the shorter opposing walls of the pool. The formed pieces with distribution lines of means of action or injectors may be situated between said first and second sections, for instance in the vicinity of the bottom of the swimming pool or pool.

The system preferably comprises a means of creating a fluid that is pressurised and/or accelerated. Such means being for example a gas, air or vapour compressor,

a turbine, a liquid, water or carbonated water compressor, a liquid pump (centrifugal or volumetric), a pump submerged in the pool, or a combination of these methods. The method is therefore preferably chosen from the group comprising methods of putting gas under pressure, particularly air, vapour, hot air, methods of putting liquid under pressure, particularly water, methods for moving fluids at speed, particularly water. In certain possible applications (such as chemical processes, treatment processes, etc.) several additives or reagents or active agents may be added to the fluid (such as chemical reagents, bacteria, anti-bacterial agents, anti-fungal agents, anti-algae agents, etc.)

The system as per the invention preferably comprises one or more pumps submerged in the pool, or placed in technical zones, these pumps pumping liquid from the pool to propel it across one or more injectors, or using liquid external to the pool, possibly already under pressure.

In one form of embodiment, a control device controls the direction of the fluid emitting from the means of action or injectors and/or controls a component capable of being placed in the flux of the fluid output from the means of action, or injectors.

In particular, the control device comprises:

- a submerged component presenting one surface with one or more window for the at least intermittent passage of fluid ejected from one or more of the means of action or injectors and
- a system inducing a relative movement between the output of one or more means of action or injectors and the window of the immersed component and/or controlling the relative movement between the window and a closing component adapted to seal, at least partially, said window.

In a preferred embodiment, the system is linked to one or more means of action or injectors so as to induce in the said injector(s) or at least in a number thereof, a rotational or pivotal movement, preferably in the form of a back-and-forth movement. For example the system induces a pivotal movement between  $-15^{\circ}$  and  $+15^{\circ}$  relative to an upward-facing vertical rudder.

The invention also includes a pool that is destined to contain a liquid at the surface of which waves are created; said pool being associated with at least one system created using this invention. Such a pool might be for example a water treatment pool, a purification pool, a reaction chamber, or in particular, a swimming pool.

The object of the invention is equally to create waves at the surface of a liquid contained in a pool, in which

- fluid is injected into the liquid by various means of action or injectors and
- the functioning of the injectors is controlled in order that one or more means of action or injectors act so as to either amplify the trough of a wave, or to amplify the peak of a wave (or to amplify the horizontal movement of a wave).

In this procedure, a system used as outlined in this invention is advantageous.

The details and features of the invention will be outlined in the detailed description that follows, in which reference is made to the attached drawings.

#### Brief description of the drawings

In these drawings,

- figure 1 is a diagrammatic view of a swimming pool fitted with the system as per the invention;
- figure 2a is a diagrammatic view of a swimming pool showing two distribution lines with a series of injectors;
- figure 2b is a diagrammatic view of a swimming pool with four distribution lines with a series of injectors;
- figure 2c is a diagrammatic view of a swimming pool with a distribution line with five series of independently controlled injectors;
- figure 3 is a diagrammatic view of a system as per the invention;
- figure 4 is a diagrammatic view of another system as per the invention;

- figures 5a and 5d show the amplification of movement at the surface of the water;
- figure 6 is a view showing the direction of the jet emanating from the injectors;
- figure 7 shows a vortex used to increase efficiency;
- figures 8a and 8b show systems comprising a Venturi;
- figures 9a and 9b show a system acting intermittently on the flow of fluid ejecting from an injector;
- figures 10a and 10b show a system controlling the pivoting of the injector or the injector distribution line;
- figures 11a and 11b show a system acting on the injector outlet pipe; and
- figures 12a and 12b show a system show a system comprising a rotating distributor controlling the functioning of an injector;
- Figure 13 is an assembly of figures 1 and 10a, serving as an illustration for the abstract, and the contents are marked for reference.

#### Description of the preferred embodiments

Figure 1 shows a substantially parallelepipedal swimming pool 1 comprising a filtration system 2. This filtration system comprises a water reception tank 3 (filled by overflow when the water from the pool next to the water reception tank passes above a set limit, for example the system of pool overflow channels, or a system of skimmers or even by a door 4 whose vertical position can be set or controlled). The water passing into the tank is led to a pump P that propels water into a filtration device F and then into a channel 5 to take filtered water through an opening 6 situated in the bottom 7 of the pool or other locations on the bottom or in the walls. The pool can be in any shape whatsoever, the parallelepipedal shape serving merely as an illustration.

The pool is also equipped with a system for creating waves at the surface of the water in the pool. This system comprises a series of injectors 8 (three are shown, however the pool can for example be fitted with 20, 50 or even more injectors), each

injector 8 being itself, or specifically linked to, a vortex device 9 (see figure 7). The injectors 8 are linked by a pipe 10 to a pump PV, which is linked by a tube 11 to the channel 5, which is designed to take filtered water back into the pool. The pump PV is designed to take water that has been filtered and preferably supplemented with an agent (disinfectant, chlorine, biocide, fungicide, anti-algae, etc) coming from a reservoir 12 or present in filter F, into the injectors 8. The water is pressurised, possibly at variable times, in the pipe 10, this pressure varying for example between a minimum pressure of 0.2 bar ( $0.2 \cdot 10^5$  Pa) and a pressure of 20 bars ( $20 \cdot 10^5$  Pa). Pipe 10 may be equipped, with a valve 13a in the vicinity of the injectors 8 or a valve 13b in the technical location. Water output from the injectors 8 is ejected at a speed greater than 15m/s and with a rate of flow less than 0.5 l/second per injector (except for large injectors) for example less than 0.25 l/second. The speed of water ejected from the injector will be preferably chosen so that the injector's action zone ZA extends at least substantially to the vicinity of the surface of the liquid SL, the level of which can vary between a maximum level NM1 and a minimum level NM2. Injectors are preferably placed beneath the minimum water level, corresponding to the trough of a wave of maximum amplitude, while the speed of water ejected from the injectors is preferably chosen such that when the injector pushes a wave upwards, the jet of water ejecting from the injector is of sufficient speed to at least partially eject above the wave.

To regulate the speed of water ejected from the injectors 8, an electronic device 15 receives information from a sensor or detector 14 on the height of the wave for example in the zone situated above the injectors 8, or in an unperturbed zone whose phase difference is known. Once the sensor 14 (which measures for example pressure or acceleration on the peak of a wave, or surface movement – ultrasound, optical, etc) detects the crest or close to the crest of a wave, the electronic device controls the pump PV and/or the valves 13a or 13b to increase the water pressure in pipe 10 and to push the water out through the injectors 8 with sufficient force to multiply or increase the wave level or to increase the amplitude of the waves. As soon as the electronic device detects a movement towards the lower water level in

the zone situated above the injectors 8, the electronic device stops the pump PV functioning or closes a valve 13.

The link between the information from the sensor and the command could judiciously be treated as though occurring in a repetitive cycle, and therefore one could optimally speed up the triggering of the injectors such that their action begins de facto at the right moment without delay due to the triggering system.

Water output from the injectors is ejected at considerable speed (at the time of the operation to raise the wave) such that it causes the water adjacent to the injectors to be swept along and to push this mass of water (water ejecting from the injectors + water swept along by the water ejecting from the injectors) It has been noted that when using the injectors propelling a low output volume of water at high speed that the effect of the injector is substantially independent of the speed of the wave. The injector thus exerts a force on the liquid rather than necessarily displacing a considerable mass of this liquid. The injectors are therefore designed to transfer power.

The injectors 8 are placed in the vicinity of a side wall of the pool at a level situated below the minimum level NM2, for example at a level situated from 20 to 200cm below the minimum level NM2, for example between 30 and 100 cm. A formed piece 16 is linked to the injectors 8, this section 16 extending between the bottom of the pool and the wall along which the injectors are extended. This curve acts as a protection for the injectors 8, but also forms a guide for the water moving at the bottom level of the pool. Moreover, this formed piece could possibly contain an absorber or dissipater to distribute the jet of a continuous injector in its inactive phase.

The injectors are for example substantially monodirectional, for example with a dispersion angle between  $+15^\circ$  and  $-15^\circ$  (preferably between  $-10^\circ$  and  $+10^\circ$ ; ideally

between  $-5^\circ$  and  $+5^\circ$ ) from the central axis of the flow of water ejecting from the injector.

They should, if placed side by side, form a curtain, or when spread out across an area, a cone or a conical ellipse.

The pump PV is preferably equipped with a safety system 17, 18 such that, as soon as the pressure in the channel exceeds a safety value, valve 18 opens to permit a passage of water through channel 17 from the exit to the entrance of the pump.

The pump P, the filter F, the pump PV and the control device are preferably situated in the same service space.

Figure 2a shows a pool 1 similar to that shown in figure 1. This pool 1 is linked with two distribution rails 20, 21 of injectors 8. These injectors 8 are placed in the vicinity of the bottom of the pool 22, along a lateral distribution line 23 (for example extending along the length of the pool LARG). The injectors 8 on distribution line 20 are attached in a pattern of three series of injectors, a first series 80 (for example of at least 5, preferably at least 10 injectors, for example 20, 30, 50 injectors) situated in the vicinity of the first corner 24 a second series 81 (for example of at least 5, preferably at least 10 injectors, for example 20, 30, 50 injectors) situated in another corner 25 and of at least a series 82 of injectors (preferably comprising a larger number of injectors than the number of injectors in a corner, for example twice, or more than twice, the number of injectors in a corner series), said series 82 being situated in relation to a series of injectors in a corner at a distance equal to a whole multiple of a wavelength LO of a wave formed in the pool. In the form shown (where one single series 82 is placed between series 80 and 81) series 82 is situated at a mid point between series 80 and 81.

The injectors 8 on distribution line 21 are affixed in the form of a series of injectors 83, 84 comprising preferably a larger number of injectors than the number of injectors in a corner, for example twice or more times the number of injectors than the number of injectors in a corner series. Each series 83, 84 is situated between



two series (80, 81, 82) of injectors 8 on the first distribution line 20. For example each series 83, 84 is situated at a mid point between the two series (80, 82; 82, 81) of injectors on the first distribution line 20.

The injectors 8 are protected by a formed piece 16.

Distribution lines 20, 21 are link to a source of pressurised fluid (P1, P2) and a control mechanism 15 controlling valves 90, 93 by means of one or more pressure sensors 100, 101, 102, 103, 104. For example, each sensor detects a wave state in the area situated above a series of injectors. This allows the functioning of each series to be controlled independently of the others as a function of the state (level) of the wave in the area situated above the relevant series of injectors.

Equally, a centralised control is possible.

The sensors could equally be level, sound, optical or acceleration types.

The control device receives information from the sensors 100, 101, 102, 103 and 104 via a cable 30 or a RF transmission system, sonar, IR optic, with or without fibre optic cable, and sends instructions to valves 90, 93 by a cable 31, and by means of an electronic control system.

Preferably this same fluid is injected by injectors 8 on the distribution line 20 and by the injectors on distribution line 21. Nevertheless in a possible embodiment of the invention, distribution line 20 allows the injection of a first fluid (water) whereas the other distribution line allows the injection of a second fluid, different from the first (for example, a gas, air, oxygen, carbonated gas, water with different properties to that used in distribution line 20, etc.)

In one form of embodiment, the same distribution line can also simultaneously inject two elements of air and water.

Figure 2b is a view of a pool similar to that shown in figure 2a., except that it comprises four distribution lines 20, 20bis, 21, 21bis of injectors, the injectors 8 of a first pair of distribution lines 20, 21 being situated in the vicinity of a first side wall 23

of the pool, whereas the injectors 8 on the other two distribution lines 20bis 21bis are situated in the vicinity of another wall, preferably wall 23bis opposite wall 23.

Figure 2c is a view of a pool comprising a distribution line 20 with five series of injectors 80, 81, 82, 83, 84 each linked to the distribution line 20 by an individual valve 70, 71, 72, 73, 74. Each valve comprises or is linked to a control system and/or controller (such as a micro controller, a micro mechanism, a microprocessor, a float, a flue valve float, a valve float) receiving an indication of the liquid level in a given area.

Figure 3 is a view of a particular embodiment for a device to inject water into the corner of a pool. The device comprises a formed piece 16 that extends between the bottom 22 of the pool and the two lateral walls (23, 23ter). The water from the pool is able to pass under the section 16 through the openings 27. A submerged pump 32 functioning with a low voltage electricity supply (for example, 12 volts, 24 volts, 36 volts) is placed below the section 16. The electricity supply to pump 32 is provided by means of a cable 33 linked to a source of electricity and a control device 15 and passing through opening 6.

The pump 32 thus pumps water from the pool and forces this water through a head 34 presenting a series of openings 35 such that a group of water jets are created with low output but at high speed. The jets moving from head 34 form water pressure PE presenting a central axis (preferably vertical or substantially vertical) 36. The alpha angle of the opening of the series of jets 37 emanating from the head is between 5 and 10°. The jet speed is chosen so that the action zone ZA of the jets is extended beyond the maximum wave level, when there is the possibility of increasing the movement or amplitude of the movement of the wave. The water is thus forced or driven above the maximum wave level, forming a sort of miniature fountain or spurting water source. The jets thus preferably form a current of water coming out of the wave at a height H of at least 1cm for example between 5 and 20cm, perhaps more, but ideally less than 10cm. These jets of water spurting from

the pool allow, as well as amplification of the waves, oxygenation of the pool, circulation of the water, the formation of mini waves V1 moving on the waves V.

Figure 4 is a view of another form of embodiment. In this form of embodiment, the injectors 8 are situated above the average pool level N, or in the vicinity of this level. The injectors 8 are arranged so as to push the water towards the bottom 22 of the pool. In this form of embodiment, water is ejected from the injectors at high speed when the sensor detects a wave trough, or a detectable wave trough. In this embodiment of the invention, the injectors 8 are situated beneath the plank 40 of the diving board, or the starting block.

Figures 5a and 5d show the levels for the formation of waves in a type of pool shown in figure 2b.

The injectors on the distribution line 20 are activated to create an initial swell above the injectors 8 on the distribution line 20. A first wave is thus created. The injectors 8 on distribution line 20 are deactivated as soon as the sensor 100 detects that the wave in the zone situated above the distribution line 20 moves away from the crest of the wave (descending wave movement). (figure 5a)

The wave is thus propagated towards wall 23bis. As soon as the sensor 101 detects a state corresponding to a wave swell movement detectably reaching a peak, the injectors 8 on distribution line 20bis are activated to push towards the peak of the wave. The injectors 8 on distribution line 20bis are deactivated as soon as the sensor 101 detects that the wave in the zone situated above the distribution line 20bis moves away from the crest of the wave (descending wave movement). (figure 5b)

Similarly, as soon as the sensor 100 detects a state corresponding to a detectable wave swell movement reaching a peak, the injectors 8 on distribution line 20 are activated to push towards the peak of the wave. The injectors 8 on distribution line

20 are deactivated as soon as the sensor 100 detects that the wave in the zone situated above the distribution line 20 is moving away from the crest of the wave (descending wave movement). (figure 5c)

The amplitude of the wave is thus amplified (figure 5d).

Figure 6 shows possible locations for the injectors. Thus in the form of embodiment shown in figure 6, the corners of the pool are fitted with a series of vertical injectors inducing, when activated, an upward surge PV, a series of horizontal injectors parallel to one wall and adjacent to this wall, these horizontal injectors inducing a horizontal surge PH1 towards the corner of the pool, and another series of horizontal injectors parallel to another wall and adjacent to this other wall, these horizontal injectors inducing a horizontal surge PH2 substantially perpendicular to the surge PH1. The injectors in one corner are activated at the same time as the sensor detects a level corresponding detectably to a wave trough or a reflux wave movement. The combined use of vertical and horizontal injectors whose area of action reaches the action zone ZA of another series of horizontal injectors, or of vertical injectors, permits an increase in the speed at which large amplitude waves are formed. The injectors are deactivated just before the peak of the wave forms, and preferably reactivated just before the trough of the wave.

Figure 7 is a schematic diagram of a device for increasing the efficiency of the surge. In the embodiment shown in figure 7 the pressurised water enters a chamber 50 via the pipe 51. This water then passes along a substantially ring-shaped distributor channel 51B before passing into the injector ring 51A. This water carries the water entering through the lower part of chamber 52 to exit towards the upper part of the chamber.

In figures 8a and 8b a Venturi 55 allows a central (8a) or lateral (8b) intake of water. In the form illustrated, it is anticipated that there will be an intake of air into the Venturi, this intake is achieved through conduit 56. The air intake is for example

obtained by the depression created by the high-speed jet ejected from the injector 8. The air may also come from a source of compressed air, this air being introduced into the Venturi in a continuous or non-continuous manner, preferably in a continuous or substantially continuous manner, and ideally in a manner proportional to the water output, and for example in a sinusoidal or sine-type manner in the same manner as the jet of water. This addition of compressed air even allows the amplitude of the wave movement to be further amplified.

In the embodiment shown in figure 9a, the pool includes a distribution line 20 of injectors 8, this distribution line 20 being situated below the formed piece 16 adjacent to a lower side of the pool. The formed piece 16 presents a series of openings 200 each positioned above an injector output. A curved piece, or arm 201 is jointed to a shaft 202 and is connected to a control device 203 controlling a pivotal back-and-forth movement. This control device comprises, in the form illustrated, a cylinder 203A, whose rod 203B acts on the formed piece 201. The cylinder is pivotally fixed to the vertical wall of the swimming pool, whereas the rod 203B is pivotally connected to the formed piece 201. This formed piece 201 is adapted so that a part of the formed piece or the interdependent closing sections of the formed piece moves between a position in which the formed piece or the interdependent closing sections close the openings 200 so as to prevent the fluid output from the injectors passing through the openings 200 (the flow of the fluid is then guided into chamber 204 situated under the formed piece 16), and a position for which the flow of fluid ejected from the injectors passes through the openings 200 so as to create movement on the surface of the pool. In this form of embodiment, the flow and the pressure of the fluid ejected from the injectors are preferably constant. It is the movement of the formed piece 201 that either acts upon a wave (water passing through the windows) or does not act upon a wave. Rather than use a cylinder, one might be able to use another mechanical device, such as an electro-magnetic system, a crankshaft, an alternating motor or geared motor, etc.

Figure 9a shows the position of the formed piece 201 not closing the openings 200, whereas figure 9b shows the position of the formed piece 201 closing the openings.

Figure 10a shows a form of embodiment similar to that in figure 9a, except that the injector 8 or the distribution line 20 is mounted pivotally on a shaft 210. A device controls the pivoting of the injector or of the formed piece such that the output from the injector 8 is directed either towards the opening 200 of the formed piece 16, or onto a closed section of the formed piece 16. In figure 10a, the injector 8 is directed such that its outflow passes through the opening 200 and acts upon the waves. in figure 10b the injector 8 is directed such that the outflow runs up against the wall of the formed piece 16.

Figure 11a shows a form of embodiment similar to that in figure 10a, except that the injector 8 is connected to a flexible tube 211, which is connected to a cylinder 203A from which the rod 203B is connected via a support 212. In figure 11a, the tube 211 is placed such that its outflow passes through the opening 200 and acts upon the waves. In figure 11b, the end of tube 211 is placed or adapted such that the outflow runs up against the wall of the formed piece 16.

In figure 12a, the form of embodiment comprises a distribution line 20 with injectors 8. A hollow distributor cylinder 213 presents a series of openings 214 arranged in a regular manner (for example every 120°). The distribution line 20 is placed in the hollow 215 of the distributor cylinder 213. A motor (not shown) turns the distributor cylinder 213 such that the fluid output from the injectors passes for a period of time through the windows 214, and for another period of time flows against an interior wall of the cylinder distributor 213 (wall situated between two openings 214). The distributor cylinder 213 is preferably mounted on bearings supported by the opposite wall of the pool. By controlling the rotation speed of the distributor cylinder 216 the times during which the injectors have an action upon the wave can be controlled.

It is possible to make numerous modifications to the forms of embodiment shown in these figures.

The injectors, instead of injecting water, could inject another fluid such as gas, for example air, oxygen, nitrogen, oxygen-enriched air, etc or a mix of these, this other fluid being injected in combination or not with a liquid.

In the system as per the invention, the operation of the injectors must be controlled. The injectors' are preferably synchronised in terms of both frequency and relative phase. This synchronisation is achieved by sensors and an electronic device or control mechanism. In the event that an electronic system is used, the system may include means of controlling the injectors allowing a rapid transition from one type of wave (wave length, amplitude, frequency of waves, etc.) to another type of wave. In this instance the injectors possibly function when the sensor detects a wave trough, or an upward wave movement towards in a given area.

The injectors are specifically arranged along a wall, in particular along a lateral (or longitudinal) wall, preferably in the vicinity of the bottom of the pool in the case of vertical injectors. Some or all of the injectors may also be situated in other places, for example at the centre of the bottom of the pool, between the walls, in a chamber adjacent to the pool, in a chamber created within the pool. The injectors, or some injectors, can be placed at a distance from the edge or transversally to an edge, for example at the point of the antinode of the wave to be formed. Placed at the bottom, or close to the bottom (preferably combined with a protective cover) the injector does not disturb the circulation in the pool or its use. The exact position of the injectors for a given tank or swimming pool may be obtained by an experimental study or by physical simulation models.

The injectors or series of injectors are in phase, or in counter-phase, or with a set phase difference (for example  $90^\circ$ ) preferably controlled according to the surface state.

The more widely the injectors are distributed in different areas of the tank or swimming pool, the better the wave types will be, but the possibility of stimulating different modes once the mode of wave is obtained is reduced.

To reduce the amount of pipe work the injectors are preferably placed in the vicinity of the water overflow tank for filtration.

The injectors can be of alternating types, i.e. permitting at one point a surge from the bottom to the top, and at another from the top to the bottom, or permitting at one point a surge to the left and at another a surge to the right. It is equally possible to combine the injectors functioning in opposing directions, or substantially opposing directions. In the case of injectors with vertical action in the opposing direction, it may prove effective to place the injectors or an injector with alternative action in an area at a corresponding height to that of the amplitude of the wave, such that the injector is below the level of the wave when a surge from the bottom towards the top and above the level of the wave when there is a surge from top to bottom.

The injectors can be put in place when the swimming pool is constructed, the pipes carrying pressurised fluid being then built-in or embedded. In one form of embodiment, the swimming pool is equipped with a series of openings in the walls, these openings being a covered end of a pipe that is to be linked to a water supply system. The ends of these pipes are then closed with a cover or a cap, when the swimming pool is not fitted with injectors. In one form of embodiment, the openings are preferably equipped with a system to gauge a state of the liquid surface of the pool, or with a connection to send a parameter of the liquid surface state of the pool to a control device.

The injector can be vertical or can be at a slight incline to the vertical, for example forming an angle between  $-30^{\circ}$  and  $+30^{\circ}$ , preferably between  $-10^{\circ}$  and  $+10^{\circ}$ , more particularly between  $-5^{\circ}$  and  $+5^{\circ}$ . The vertical injector directs its jet preferably along





the vertical wall of the pool. The injectors can be of a fixed type (predetermined position) or mobile (the direction of the jet can vary in a determined directional field), even controlled (the direction of the jet can be controlled according to the state of the wave). Control of the direction of the jet could be programmed by an electronic system (for example the system which controls the functioning of the injectors). For this control, the injectors are mounted as mobile fixtures in relation to a support, for example mounted rotationally in relation to an axis, rotation being controlled by a motor, a hydraulic or pneumatic system, etc.

The direction of the injector jets can be modified by the movement of the liquid or according to the movement of liquid or according to the parameter of the wave (frequency, wave length, etc.) In one form of embodiment, the jet movement or at the very least a part of the movement thereof would be generated by the natural movement of the liquid in the tank or swimming pool. This directional jet control would thus permit the movement of a wave to be amplified whilst taking into account the natural movement of the wave. The jet would in some way follow the natural movement of the wave. In one form of embodiment, the jet is assembled rotationally or pivotally in relation to a wall of the tank or swimming pool. The rotational movement of the jet, in particular for jets having at least substantially vertical component over the course of time, can be operated by means of a motor and controlled according to the water or liquid level in the vicinity of the jet, even perhaps carried directly along by the movement of the liquid itself.

To avoid or limit waves in an area of the pool, it is possible to plan for intermediary walls in the pool, or at least at the surface of the pool.

These intermediary walls could themselves be an opportunity to position injectors with their profiles and systems integrated.

The sensors allow movements of water in the pool and in the injectors to be measured (and thus thereafter to be controlled). These are for example:

- absolute or differential pressure sensors
  - which measure pressure at different locations in the pool  
and more particularly:
    - near the areas where the injectors act
    - in areas affected by the injectors
    - in the area of the injector output
    - in areas where variations are to be created or avoided
    - in areas situated at multiples of half wave lengths
  - which measure pressure in the injector piping
    - at pump exits
    - before and after valves
    - before injection
- water presence sensors working by capacitative, optical or other means, allowing the measurement of variations, periods and phases of water levels.
- ultrasound sensors, either submerged or out of the water that measure the distances between one reference and the surface of the water.
- and all other types of sensors judicious to this application

The fluid supply, water in particular, in the injectors is preferably controlled by means of one or more pump/s and/or valves

The pressure supply will generally be a pump. However, one might envisage, in particular when wave duration is relatively brief, using energy from water under pressure available elsewhere. This may prove advantageous in certain applications where a water supply is required in any case.

This source of pressure could be modulated, either by varying the speed of the pump motor, or by working with a permanent pump and acting upon a valve that regulates the fluid input into the injectors.

The system that varies the motor speed will use electronics appropriate to the motor type, for example using a frequency variator or voltage variator or any other electro-mechanical system. It is to be noted that it is not necessary to completely stop the pump and that, on the contrary, for good efficiency one should always keep the motor at a minimum speed, only varying the speed within a certain range.

(for example by supplying it with between 20 and 50 Hz for a power pump working at a nominal 50 Hz at a nominal speed of 1450 revolutions per minute)

The velocity curve imposed on the pump will for example take into account the characteristics of the pump, the need for variable power at the optimal area of the liquid, the performance of the injectors and the loss of hydraulic circuit function. Good results may for example be obtained with sinusoidal curves whose offsets and curves are judiciously chosen. Valid results are equally obtained with a square, symmetrical or asymmetrical commands.

The system working with valves could for example use:

- Proportional valves
- ON-OFF valves
- Multi-channel or distributor valves
- Rotary valves with output adjusted according to position

Proportional valves allow precise and adjustable injection control.

They do not however offer optimal efficiency as over time a part of the energy is lost, especially if several valves are used and if they output alternately from different injectors, the sum of the outputs being more or less constant.

ON-OFF valves are more straightforward, the required effect is good, but the structure of the wave will be less pure as interference waves are generated. This fault may be corrected with the addition of additional valves, with well-chosen output and thus one can work with ON-OFF valves (as in binary) almost in proportional mode.

Multi-channel valves easily resolve the problem of symmetrical and alternate transmission in two series of injectors placed at opposite phase positions. They are, depending on their construction, either proportional or ON-OFF

One can also have a series of off-phased injectors at an angle different to  $180^\circ$  and therefore the valves redistributing the flow in multiple ways within the  $360^\circ$  of a period.

One might even envisage periods of longer than  $360^\circ$  and taking into account the frequency of beats inside the mixing reservoir.

Rotary valves with outflow adjusted according to their position allow water to be sent in a simple and optimal mechanical way (once everything has been calculated, adjusted, tested, etc.) in a cyclical fashion (in the desired wave rhythm) into the different injector circuits. A pump working continuously and therefore with optimal productivity sends water via this rotary valve into different circuits, and they receive the water they require at exactly the right moment and with exactly the right curve (for example pure sinusoidal, sinusoidal with gain and offset, square wave, etc).

These rotary valves are multi-channel valves that distribute the output to one, two or more openings, in a repetitive fashion as a function of their rotating speed. They can be ball, cylinder or cone valves, like plug valves. As the valves may be submerged minor leakage is not a problem, and they can therefore turn permanently with practically no friction and therefore no wear.

With the valves, as with the variable speed of the motors, one should not necessarily completely cut the inlet into the injectors. In fact an injector which only receives perhaps a few tenths of a percent of its nominal flow produces practically no power, whereas to switch the entire stream of water back on from a flow of zero would require more time and power.

Regulating the frequency, phase and amplitude of the wave would best be controlled electronically.

Wave generation using these injectors, pumps, valves and sensors borrows much from the WOW ® wave ball commercialised by the applicant, in the knowledge that the use of the concept of an injector, which is in some ways an output-multiplier/pressure divider, allows the "fixed" injection point to be rendered relatively undetectable to the relative speed of the water. In fact, the speed at which water is output from the injector is an order of magnitude higher than the fastest water flow in the area of the effective surge after the multiplication effect.

In the system as per the invention, advantage can be taken of the wave resonance effect, as well as all the regulation and the optical, sonic pressure (etc) sensors that can monitor wave movements as well as the injector commands and the result of the injectors.

One could even envisage measuring the pressure of the liquid in the injector area, by measuring of the counter pressure of the injector itself.

The system as per the invention also offers potentially beneficial side effects: massages, bubbles, aeration, oxygenation, degassing of a liquid medium, etc.

The injectors can also be placed in carefully selected areas away from the edges, for example in the middle of the pool or close to the antinode of waves, at the point where bathers can, in addition to the waves, benefit from the effects of jets and bubbles.

The starting blocks (diving boards) for public pools can easily become wave generators with power injectors from above without any interaction with the pool reservoir (except for the water supply, which can be via the filtration circuit).

Integrated filtration blocks can serve as wave generators and can also include the bubble and diving board aspects.

It is clear that one or more of the injectors or a series of injectors can be used to create one or more fountains or jets of liquid, which rise at least partially above the surface of the liquid.

It is equally clear that the pool can be a pool with one or more lateral walls, defining a closed or substantially closed volume.

What I claim is:

1. A system for creating waves at the surface of a liquid contained in a pool presenting an average level, this system comprising:

- one or more means of action on the liquid chosen from injectors and explicit vortices
- one or more pipe to link the means of action to one or more source of a fluid under pressure superior to the pressure exercised by the liquid on the means of action
- a control device chosen from the group comprising devices to control the speed of the fluid ejected from the means of action, devices to control the pressure of fluid ejected from the means of action, mobile directional systems for one or more means of action, a mask system, a mobile directional flow system for the means of action.

in which said means of action are chosen from a group comprising:

- means of action that, at least in an intermittent fashion, direct the fluid in the liquid according to a principal direction forming an angle between  $-30^{\circ}$  and  $30^{\circ}$ , in relation to a vertical axis.
- means of action that, at least in an intermittent fashion, will direct the fluid in the liquid according to a principal direction forming an angle between  $-30^{\circ}$  and  $30^{\circ}$ , in relation to a horizontal axis.
- means of action that direct, at least in an intermittent manner, the fluid along one or more wall submerged in the liquid.
- means of action that direct, at least in an intermittent manner, the fluid against one or more wall submerged in the liquid.
- means of action that direct the fluid in the direction of movement of an action zone of one or more other means of action.
- means of action directing the fluid into an action zone crossing the action zone of one or more other means of action.
- means of action directing the fluid in a direction opposing the direction of an action zone of one or more other means of action, and

- with a combination of these,

and in which the control device comprises a means adapting one or more parameter of the fluid ejecting from aforesaid to one or more means of action in relation to the surface state of at least part of the liquid, said parameter being chosen from a group comprising the speed of the fluid, the pressure of the fluid, the direction of the fluid, and combinations of these.

2. The system of claim 1, comprising several means of action.

3. The system of claim 1, comprising a means of detection of a surface state of the liquid.

4. The system of claim 1, comprising at least four means of action.

5. The system of claim 1, comprising at least 20 means of action.

6. The system of claim 1, in which each means of action is adapted to ensure a fluid speed at the output of the means of action such that the speed of fluid at its site of action on the liquid is greater than 2 m/s, being understood that this speed is greater than the wave speed in this area.

7. The system of claim 1, in which each means of action is adapted to ensure a fluid speed at the output of the means of action such that the speed of fluid at its place of action on the liquid is greater than 10 m/s, being understood that this speed is greater than the wave speed in this area.

8. The system of claim 1, in which each means of action is adapted to ensure a fluid speed at the output of the means of action such that the speed of fluid at its place of action on the liquid is greater than 15 m/s, being understood that this speed is greater than the speed of the wave in this area.



9. The system of claim 1, in which each means of action is adapted to ensure a maximum fluid output of less than 2 l/s per means of action.

10. The system of claim 1, in which each means of action is adapted to ensure a maximum fluid output of less than 1 l/s per means of action.

11. The system of claim 1, in which each means of action is adapted to ensure a maximum fluid output of less than 0.5 l/s per means of action.

12. The system of claim 1, in which each means of action is adapted to ensure a maximum fluid output of less than 0.25 l/s per means of action.

13. The system of claim 1, in which each means of action is adapted to ensure an action zone of over 20cm in length.

14. The system of claim 1, in which each means of action is adapted to ensure an action zone of over 40cm in length.

15. The system of claim 1, in which each means of action is adapted to ensure an action zone at least equal in length to the difference in level between the minimum wave trough level, and the maximum wave peak level.

16. The system of claim 1, in which the control system ensures an injection of fluid by one or more means of action into an area of the pool when the wave goes in the same direction as the direction of the means of action.

17. The system of claim 1, in which it comprises a first series of means of action, and a second series of means of action, and in which the control mechanism controls one or more parameter chosen from amongst speed, pressure and direction of the fluid output from the means of action, such that when the speed and/or pressure of the fluid output from the means of action is detectably nil, the speed and/or pressure

of the fluid output from the means of action of the other series is detectably maximum.

18. The system of claim 1, comprising a first series of means of action, and a second series of means of action, and in which the control mechanism controls one or more parameter chosen from amongst speed, pressure and direction of the fluid output from the means of action, such that when the speed and/or pressure of the fluid output from the means of action is nil, the speed and/or pressure of the fluid output from the means of action of the other series is maximal.

19. The system of claim 1, comprising at last one appreciably vertical series of means of action and one formed piece, adapted to the shape of a form chosen from the shape of a corner and a submerged edge of the pool.

20. The system of claim 19, in which the formed piece contains an absorber to dissipate to dispel the jet of a continuous means of action in its inactive phase.

21. The system of claim 1, including one means chosen from a group comprising the means to create a fluid under pressure and the means to create a fluid presenting a speed superior to that of the wave.

22. The system of claim 21, including one means to create a fluid presenting, after its release, a speed superior to the speed of the liquid in the wave, in the area where the speed of the wave is maximal.

23. The system of claim 1, in which the means chosen from a group comprising the means to create a fluid under pressure and the means to create a fluid presenting a speed superior to that of the wave, is chosen from the group comprising the means of pressurizing a gas, means of pressurizing a liquid, and means to ensure the speed of a fluid.

24. The system of claim 1, including one or more pumps submerged in the pool.

25. The system of claim 1, comprising a control device chosen from a group comprising control mechanisms controlling the direction of the jet of fluid ejected from the means of action, control mechanisms controlling the intermission of the jet of fluid ejected from the means of action and the control devices controlling a component capable of being placed in the flux of the fluid output of a means of action.

said control device comprising:

- a submerged component presenting one surface with one or more window for the at least intermittent passage of fluid ejected from one or more means of action, and
- a system chosen from a system inducing a relative movement between the output of one or more means of action and the window of the immersed component and a system controlling a relative movement between the window and a closing component adapted to seal, at least partially, said window.

26. The system of claim 25, in which the system is linked to one or more means of action destined to induce a rotational movement of said means of action

27. The system of claim 1, which comprises a control device chosen from a group comprising control mechanisms controlling the direction of the jet of fluid ejected from the means of action, control mechanisms controlling the intermittent operation of the jet of fluid ejected from the means of action and the control devices controlling a component capable of being placed in the flux of the fluid output of a means of action.

said control device comprising:

- a submerged component presenting one surface with one or more window for the at least intermittent passage of fluid ejected from one or more means of action, and

- a system chosen from a system inducing a relative movement between the output of one or more means of action and the window of the immersed component and a system controlling a relative movement between the window and a closing component adapted to seal, at least partially, the aforementioned window.

in which the system is linked to one or more means of action destined to induce a rotational back-and-forth movement of the aforesaid means of action

28. The system of claim 27, in which the system is adapted to ensure a back-and-forth movement having an amplitude between  $-15^\circ$  and  $+15^\circ$  from an upwards vertical direction.

29. Process for creating waves on the surface of a liquid contained in a pool, in which

- one or more fluids is injected into the liquid by means of various means of action, and
- the function of the means of action is controlled such that one or more means of action act upon the liquid to ensure an effect chosen from among a group comprising: amplification of the trough of a wave, amplification of the peak of a wave, amplification of a horizontal movement, and combinations of these.

30. Process for creating waves on the surface of a liquid contained in a pool, in which

- one or more fluids is injected into the liquid by means of various means of action, and
- the direction of the fluid ejected from the means of action is controlled such that one or more means of action act upon the liquid to ensure an effect chosen from a group comprising: amplification of the trough of a wave, amplification of the peak of a wave, amplification of a horizontal movement, and combinations of these.

31. The system of claim 29, in which the system is used in a pool of average level, this system comprising:

- one or more means of action on the liquid chosen from injectors and explicit vortices
- one or more pipes to link one or more means of action to one or more sources of a fluid under pressure superior to the pressure exercised by the liquid on one or more means of action,
- a control device chosen from the group comprising devices to control the speed of the fluid ejected from the means of action, devices to control the pressure of fluid ejected from one or more means of action, mobile directional systems for one or more means of action, a mask system, a mobile directional flow system for the means of action.

in which one or more of the aforementioned means of action are chosen from a group comprising:

- means of action that, at least in an intermittent fashion, will direct the fluid in the liquid according to a principal direction forming an angle between  $-30^{\circ}$  and  $30^{\circ}$ , in relation to a vertical or horizontal axis.
- means of action, which, at least in an intermittent fashion, will direct the fluid in the liquid according to a principal direction forming an angle between  $-30^{\circ}$  and  $30^{\circ}$ , in relation to a vertical or horizontal axis.
- means of action, which will, at least in an intermittent manner, direct, the fluid along one or more walls submerged in the liquid.
- means of action, which will, at least in an intermittent manner, direct the fluid against one or more walls submerged in the liquid.
- means of action, which will direct the fluid in the direction of the movement of an action zone of one or more other means of action.
- means of action directing the fluid into an action zone crossing the area of action of one or more other means of action.
- means of action directing the fluid in a direction opposing the direction of an area of action of one or more other means of action, and
- with a combination of these,

and in which the control device contains a means adapting at least one parameter of the fluid ejecting from aforesaid to one or more means of action in relation to the surface state of the liquid, the aforementioned parameter being chosen from a group comprising the speed of the fluid, the pressure of the fluid, the direction of the fluid, and combinations of these.

32. The procedure of claim 30, in which one uses a system in a pool of average level, this system comprising:

- one or more means of action on the liquid chosen from injectors and explicit vortices
- one or more pipes to link one or more means of action to one or more source of a fluid under pressure superior to the pressure exercised by the liquid on one or more means of action,
- a control device chosen from the group comprising devices to control the speed of the fluid ejected from the means of action, devices to control the pressure of fluid ejected from one or more means of action, mobile directional systems for one or more means of action, a mask system, a mobile directional flow system for the means of action.

in which one or more of the aforementioned means of action are chosen from a group comprising:

- means of action which, at least in an intermittent fashion, will direct the fluid in the liquid according to a principal direction forming an angle between  $-30^{\circ}$  and  $30^{\circ}$ , in relation to a vertical axis,
- means of action, which, at least in an intermittent fashion, will direct the fluid in the liquid according to a principal direction forming an angle between  $-30^{\circ}$  and  $30^{\circ}$ , in relation to a horizontal axis.
- means of action that will, at least in an intermittent manner, direct, the fluid along one or more wall submerged in the liquid.
- means of action which will, at least in an intermittent manner, direct the fluid against one or more wall submerged in the liquid,

- means of action, which will direct the fluid in the direction of the movement of an action zone of one or more other means of action.
- means of action directing the fluid into an area of action crossing the action zone of one or more other means of action.
- means of action directing the fluid in a direction opposing the direction of an action zone of one or more other means of action, and
- with a combination of these,

and in which the control device contains a means adapting one or more parameter of the fluid ejecting from aforesaid to one or more means of action in relation to the surface state of the liquid, the aforementioned parameter being chosen from a group comprising the speed of the fluid, the pressure of the fluid, the direction of the fluid, and combinations of these.

36  
ABSTRACT

System for creating waves or movement at the surface of a liquid

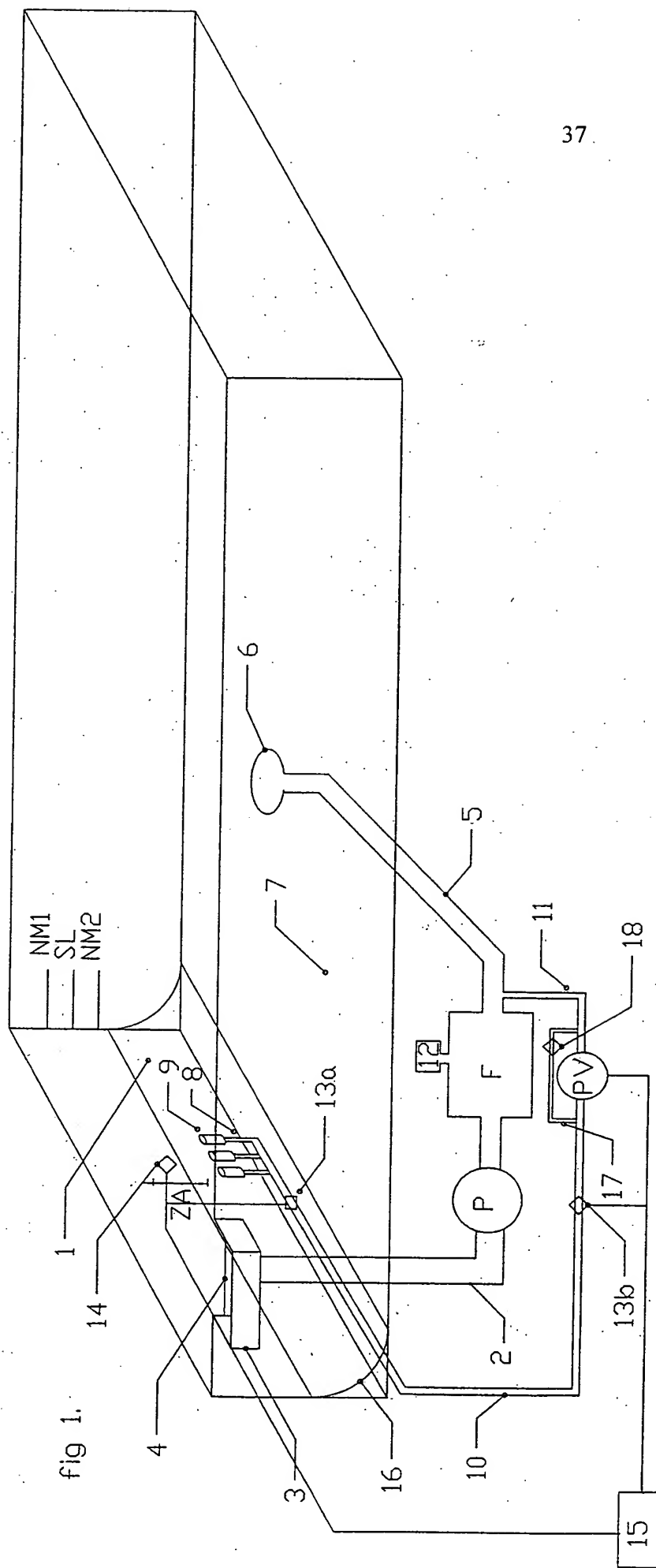
A system for creating waves at the surface of a liquid contained in a pool, this system comprising:

- several injectors linked to a source of fluid under pressure,
- a device controlling the speed and/or pressure control of the fluid ejected from the injectors and/or the direction of the injectors.

and in which the control device ideally contains a means of detecting one or more states of at least a part of the surface of the liquid and a means of adapting the speed and/or pressure of the fluid output from the or injectors, and/or the direction of the injectors in relation to the surface state of the liquid. (figure 13)







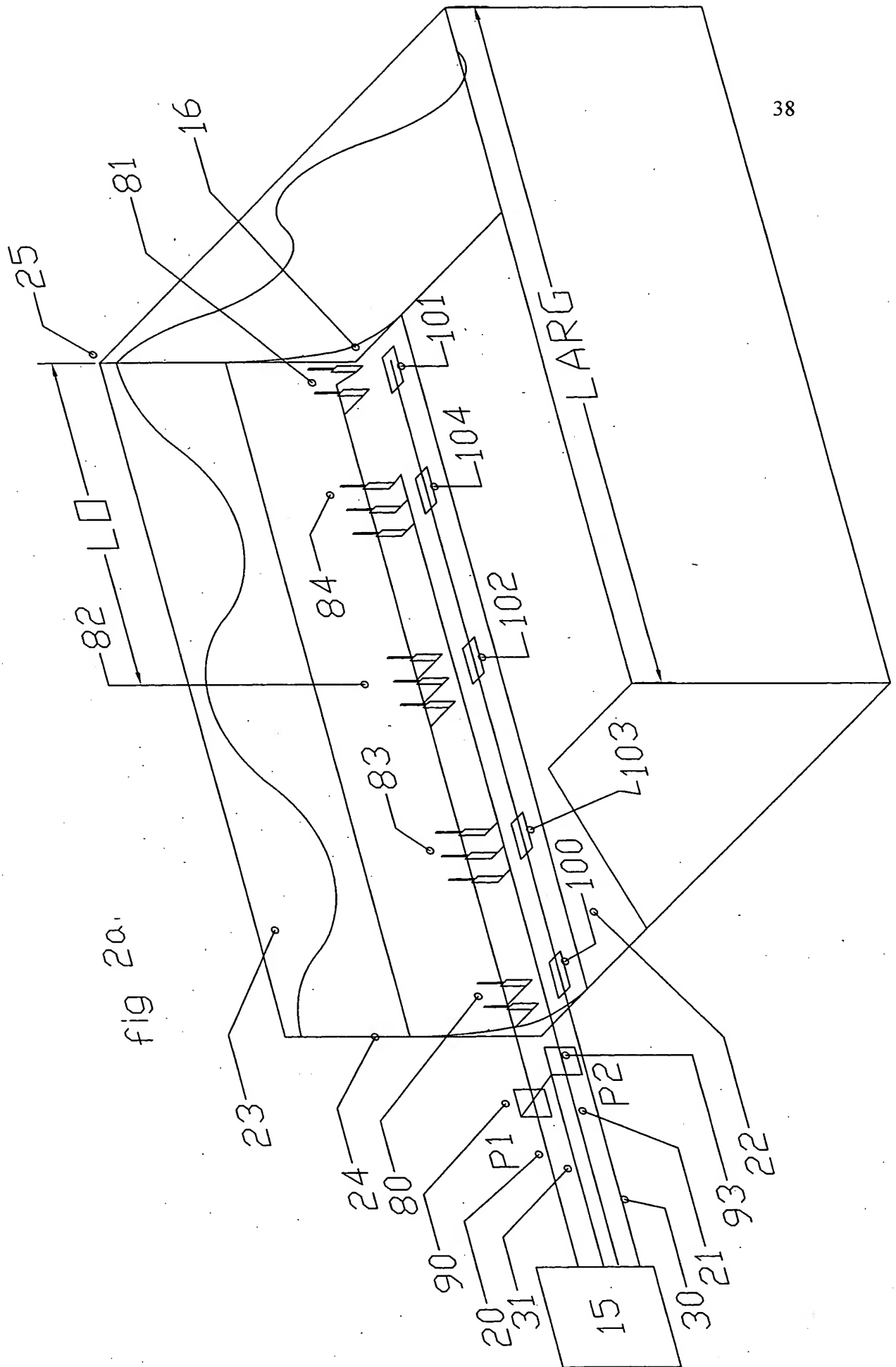
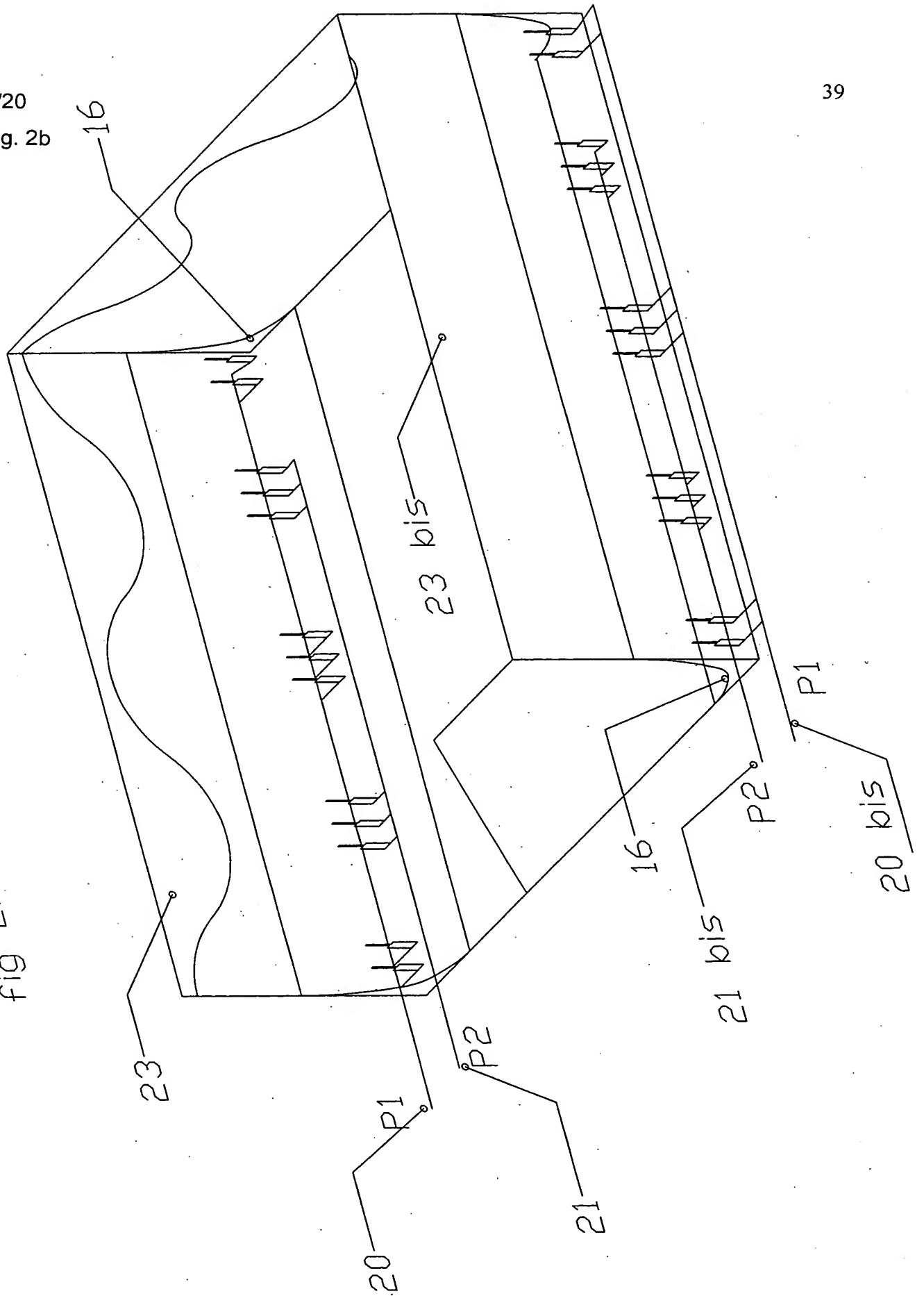


fig 2b.



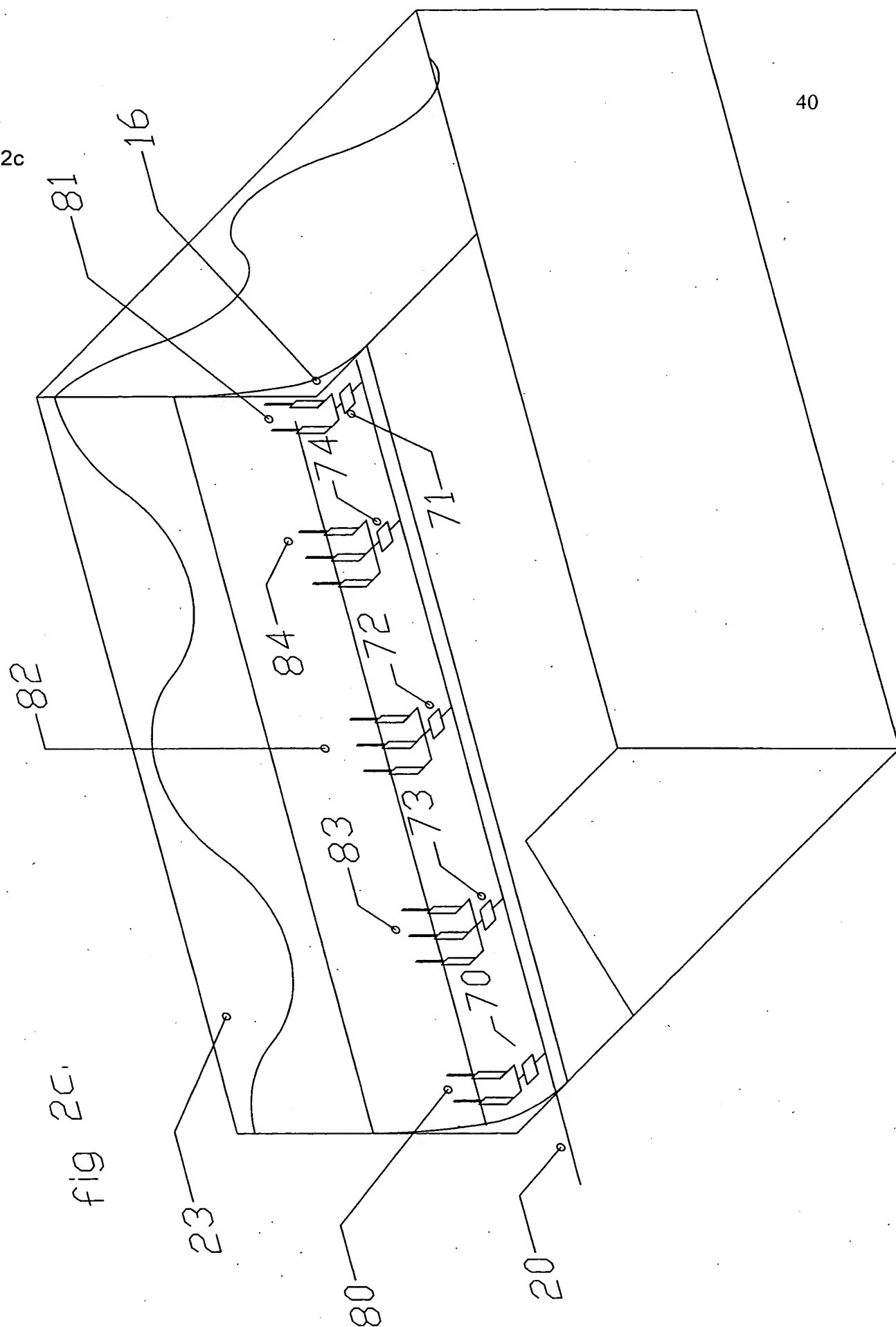
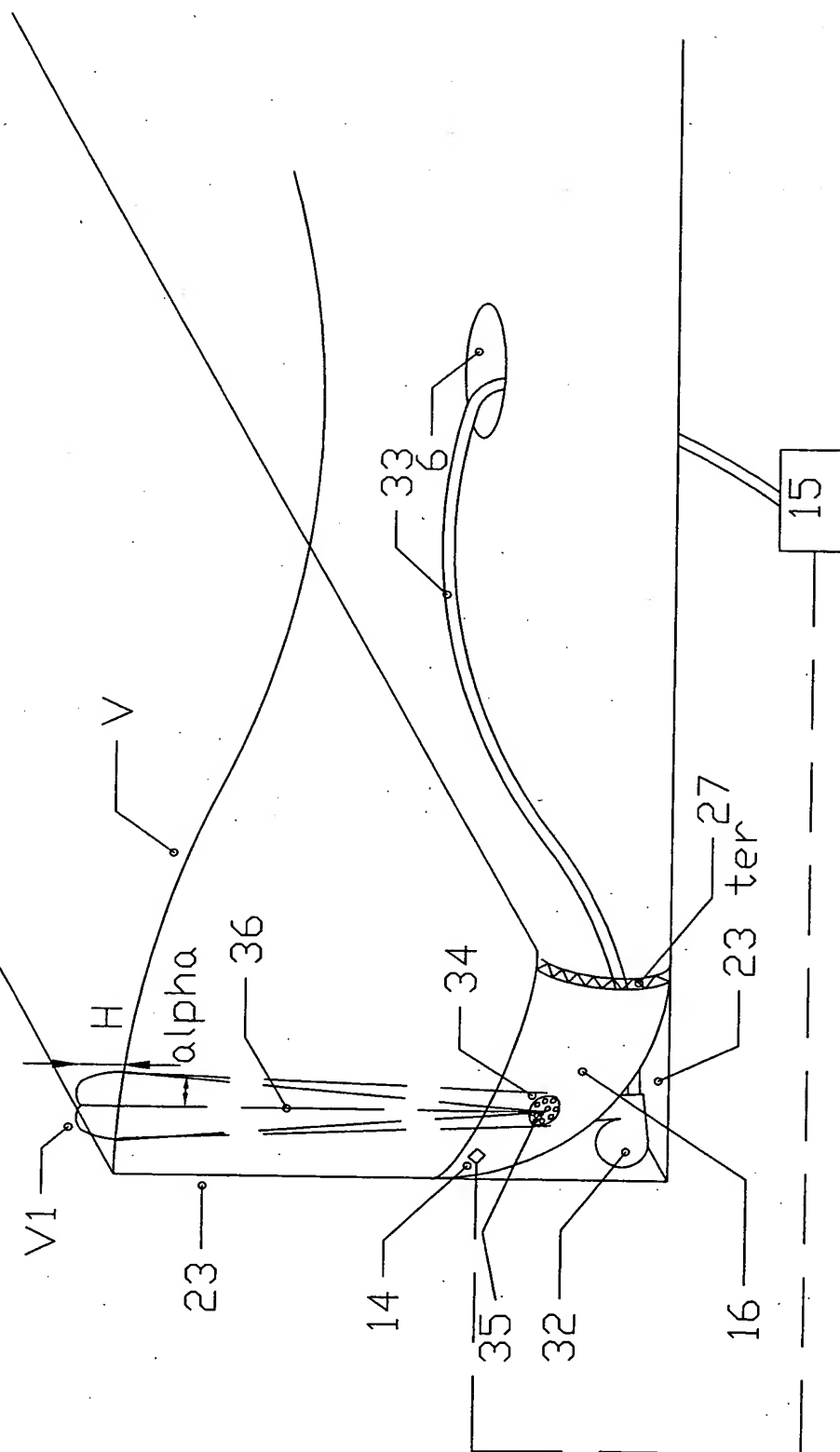
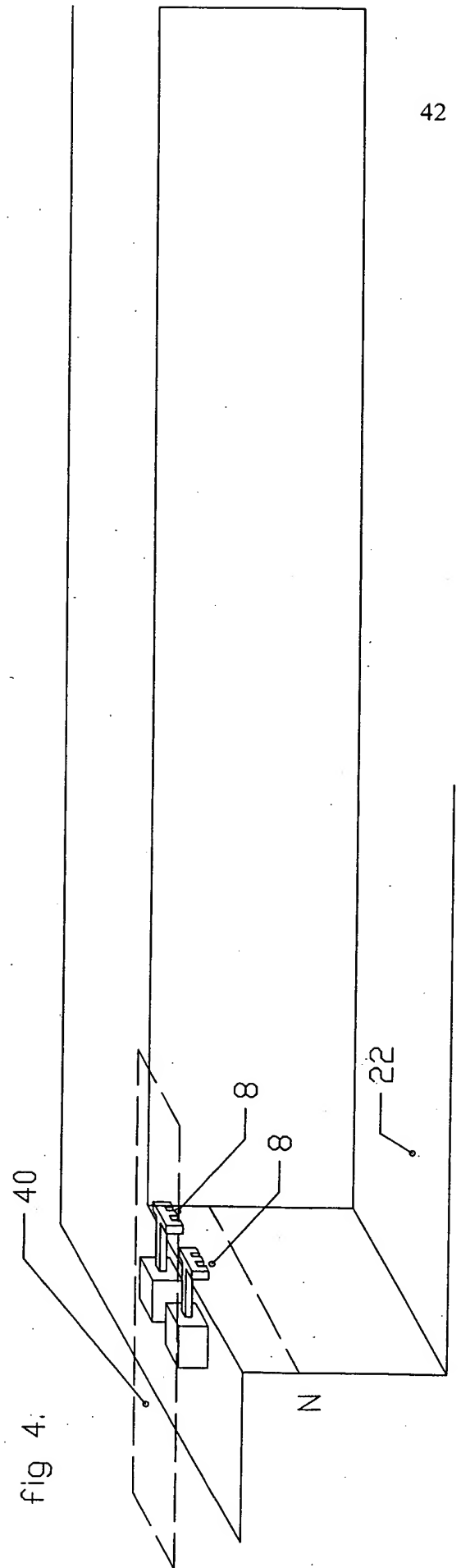


fig 3.



6/20

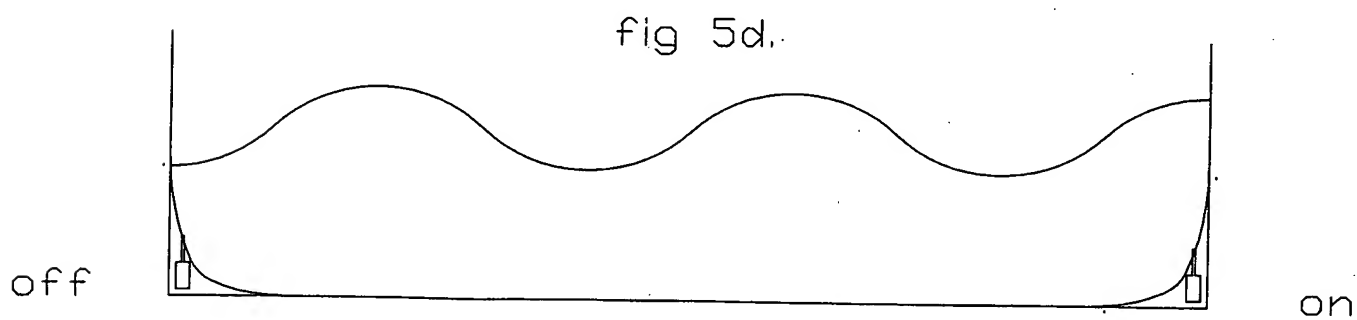
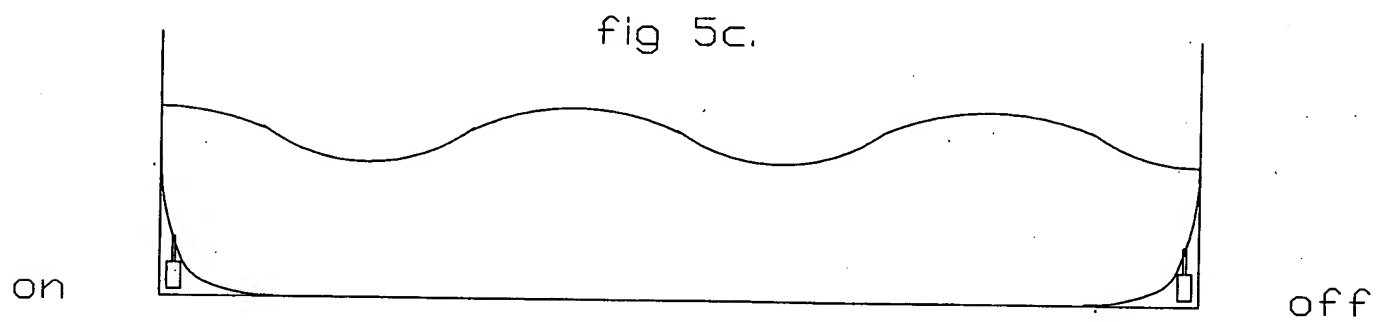
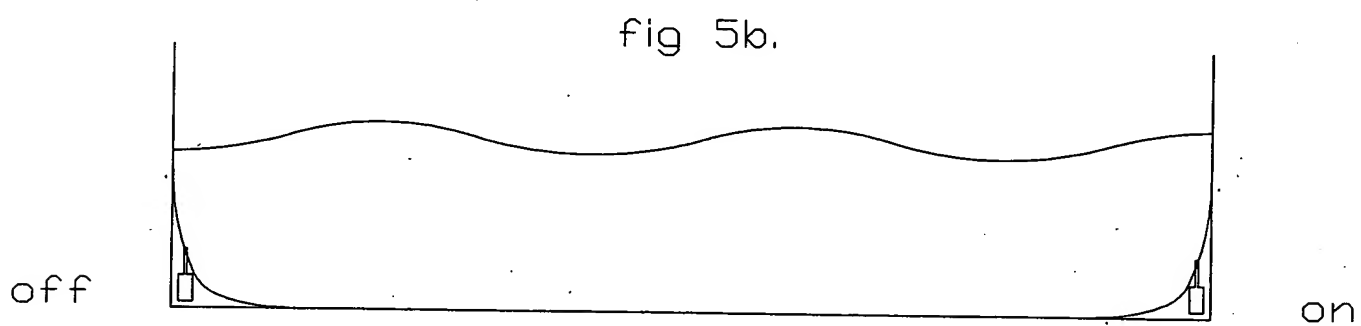
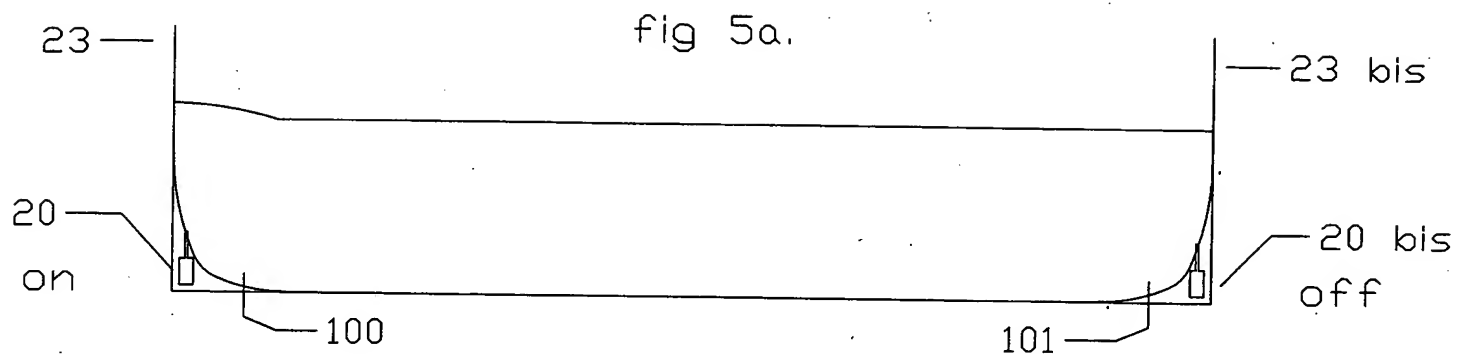
Fig. 4



7/20

43

Fig. 5



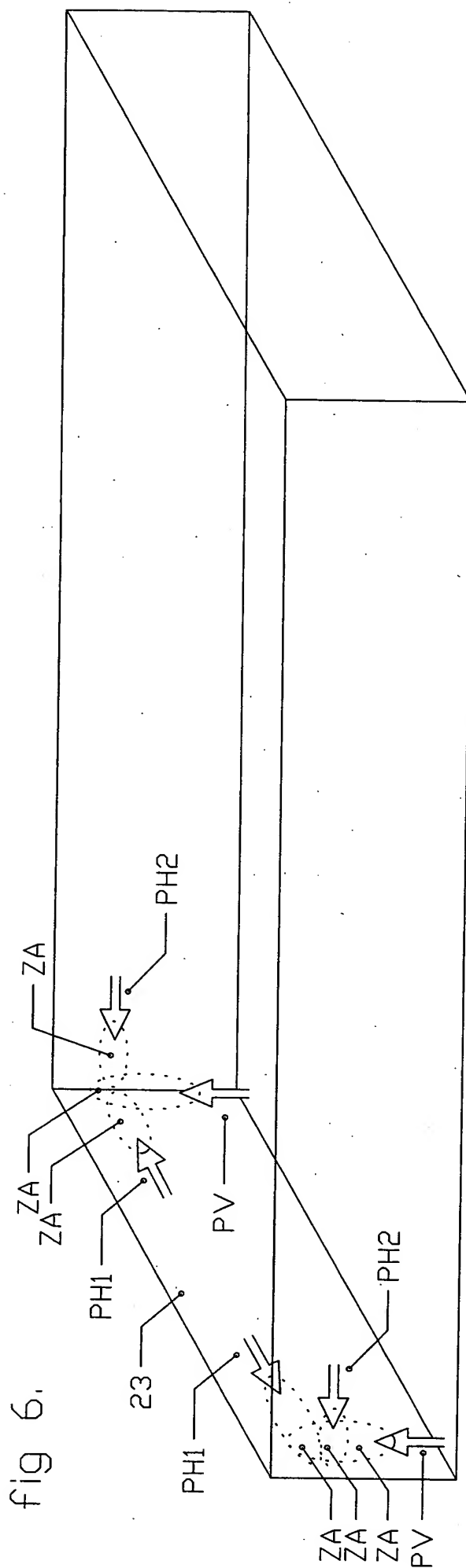
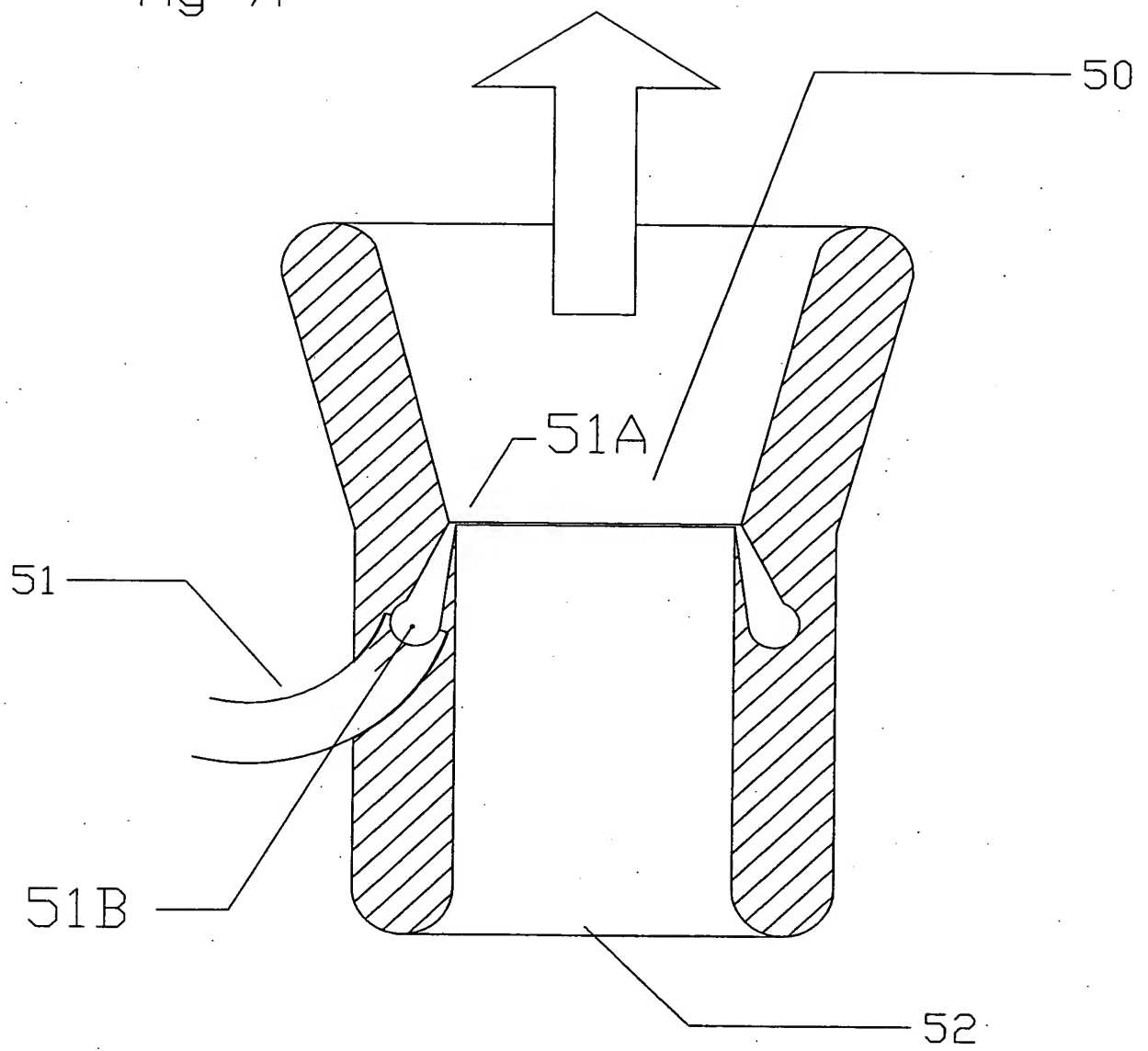




fig 7.



10/20

Fig. 8a

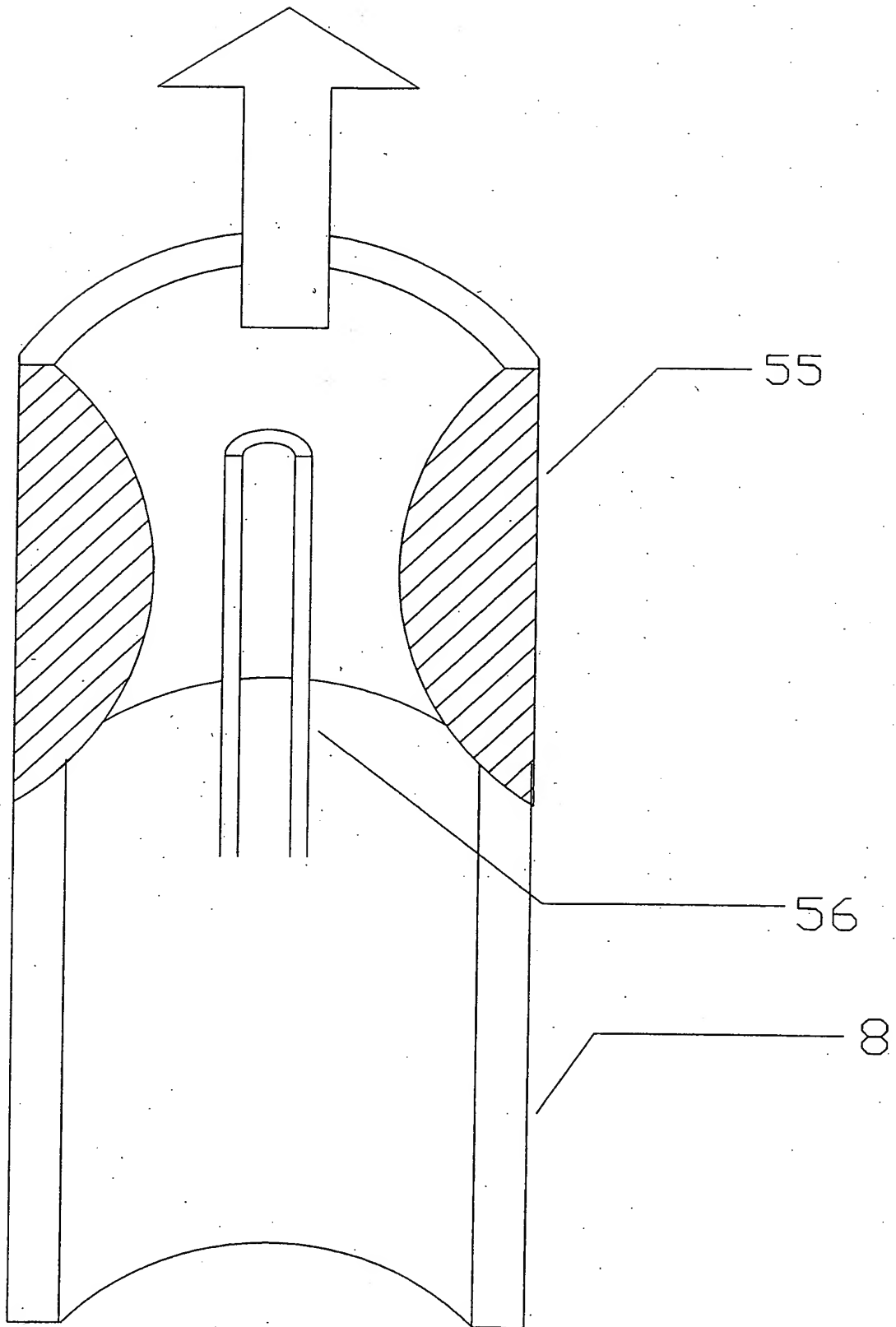


fig 8b.

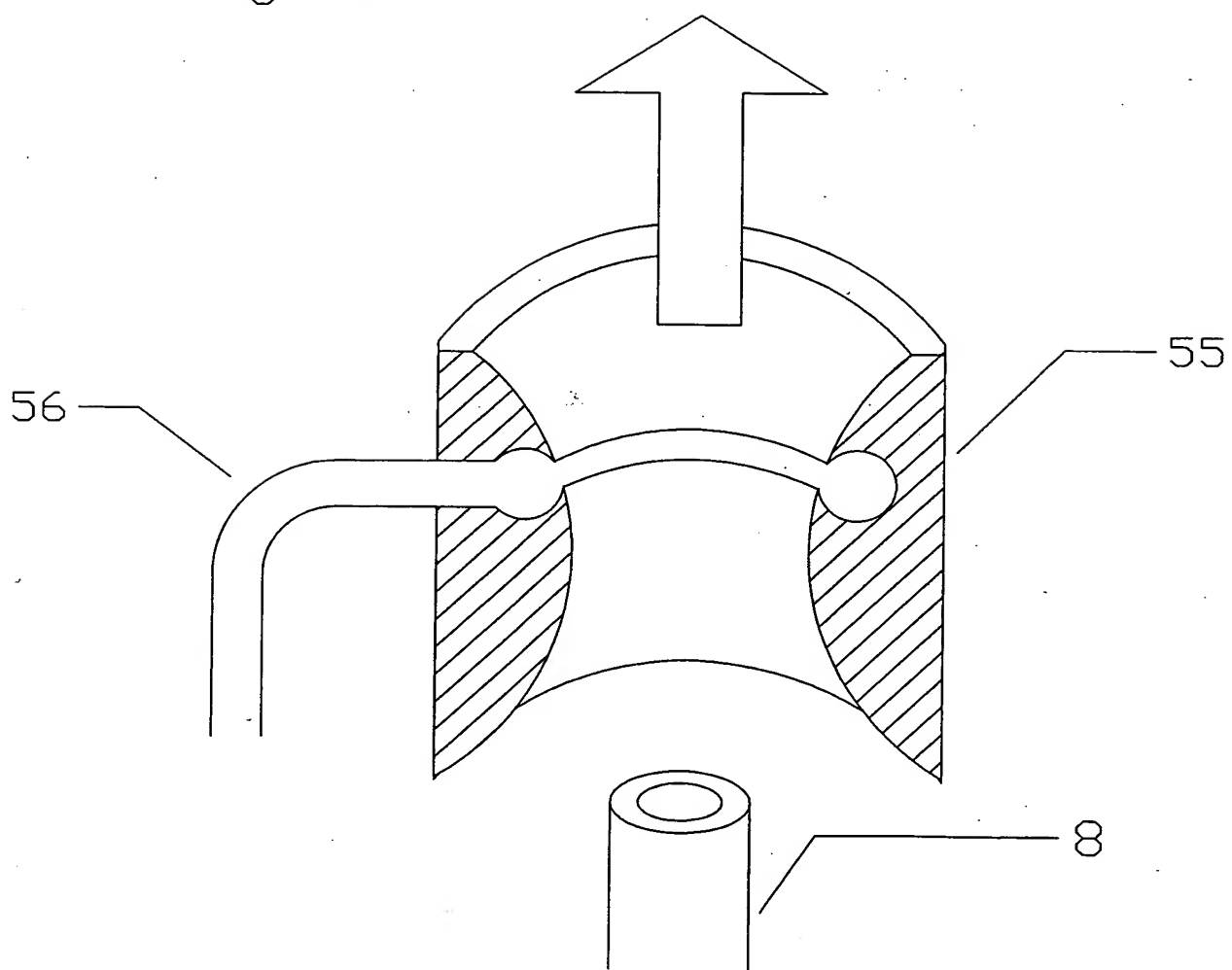


Fig. 9a

fig 9a.

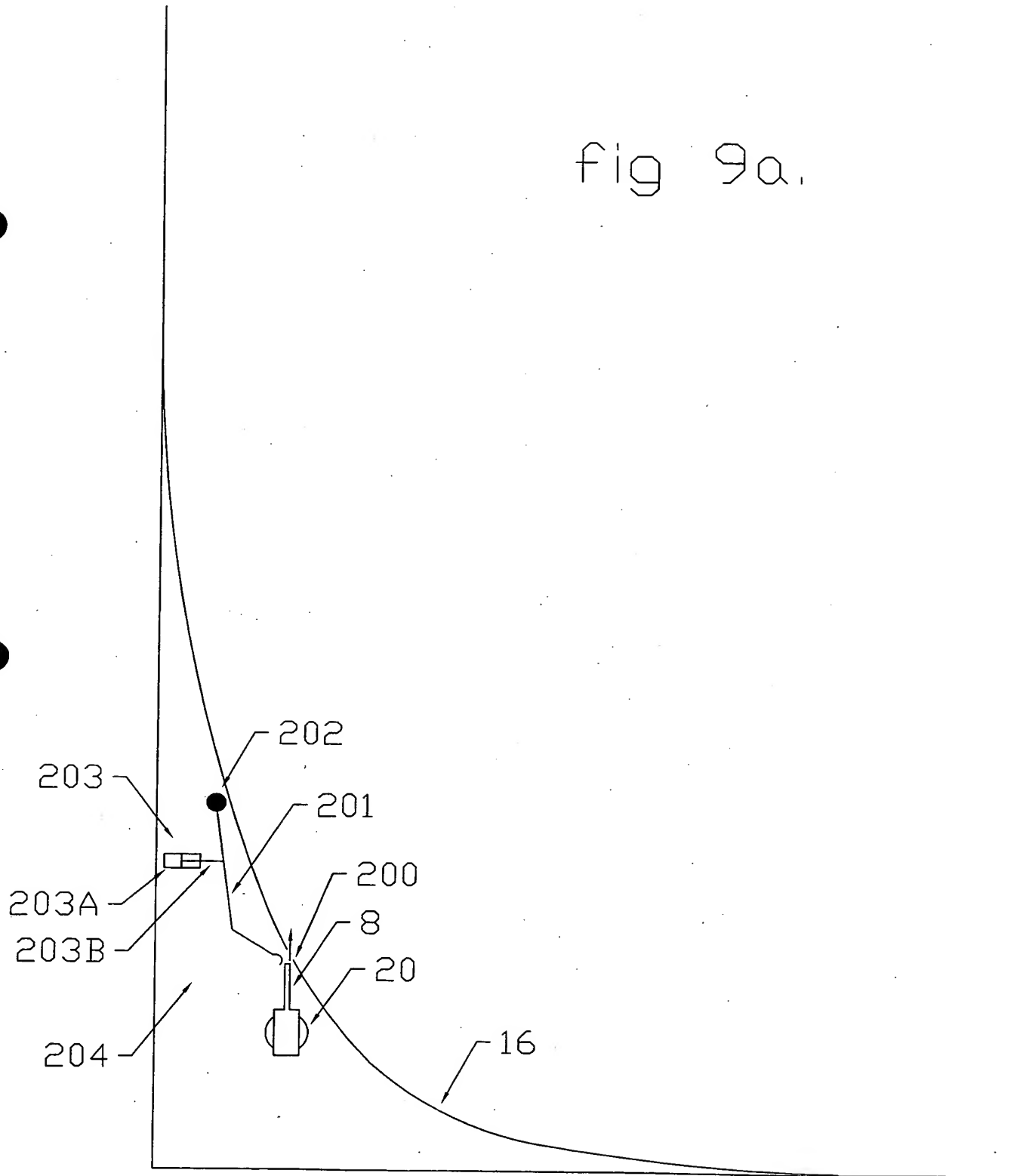


Fig. 9b

fig 9b.

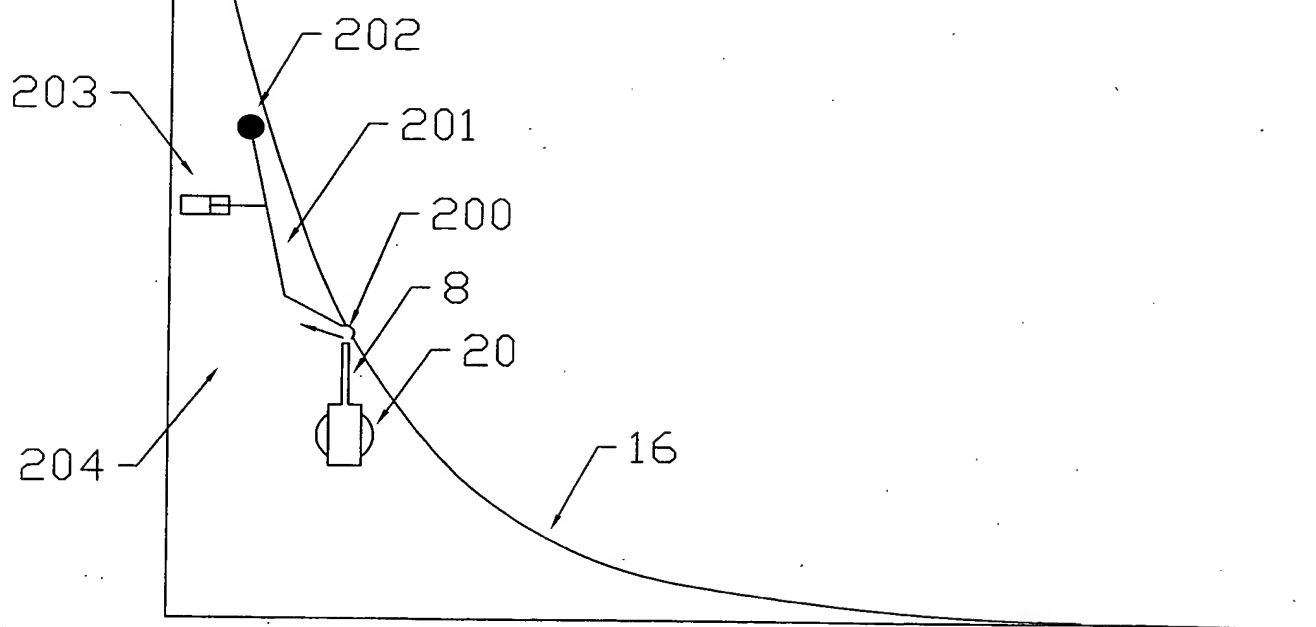
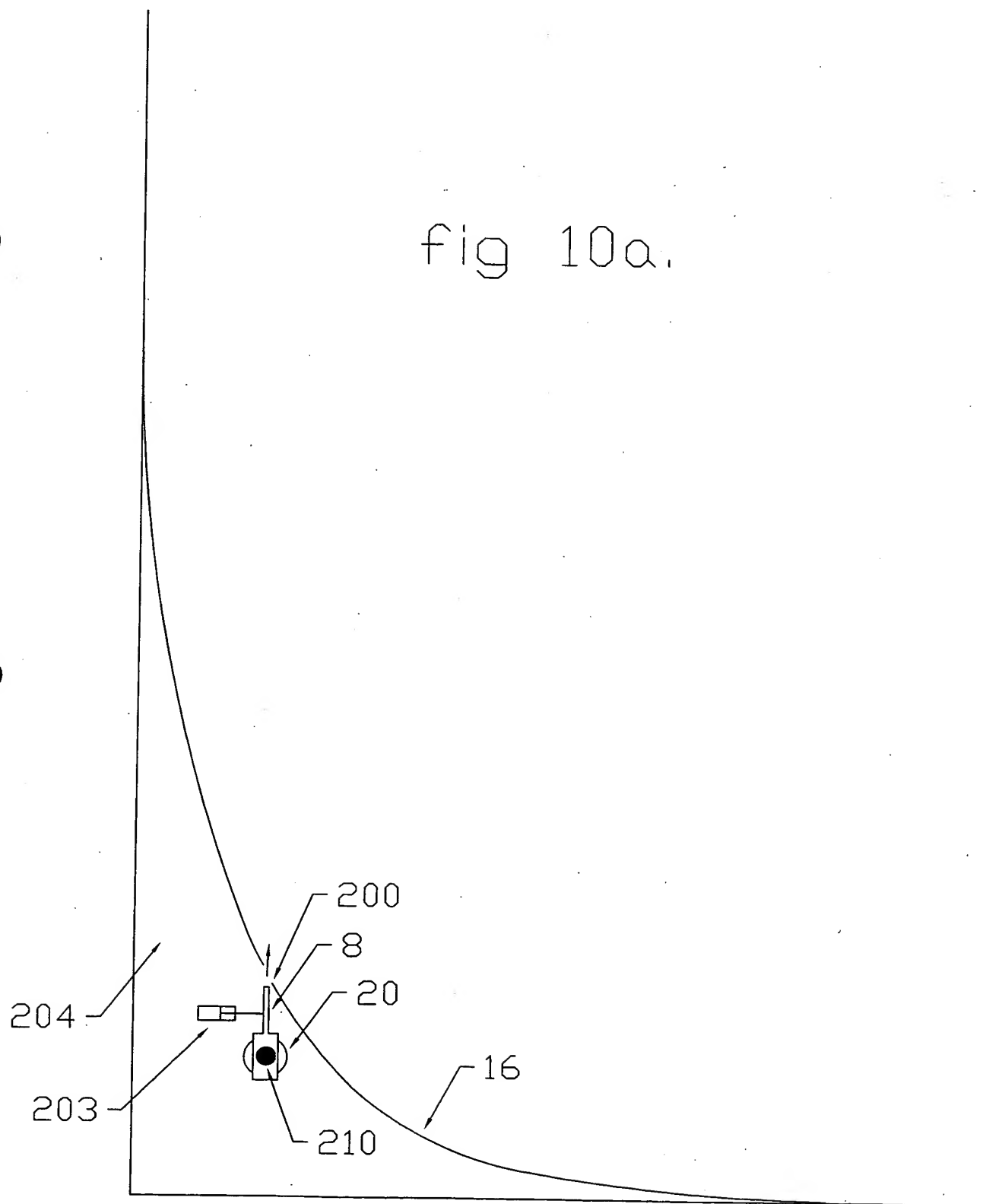


Fig. 10a

fig 10a.



15/20  
Fig. 10b

fig 10b.

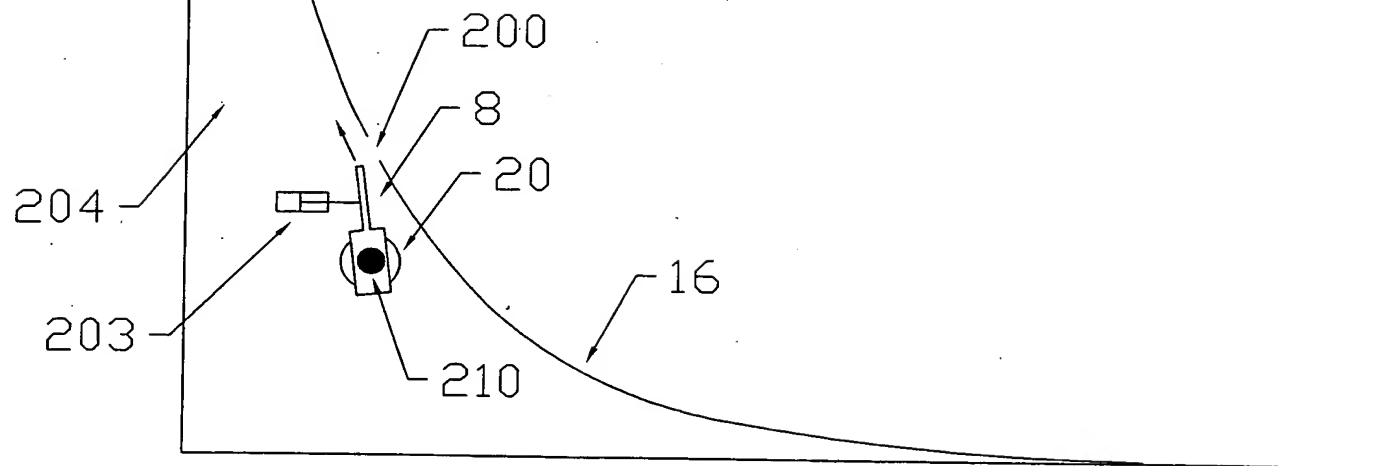
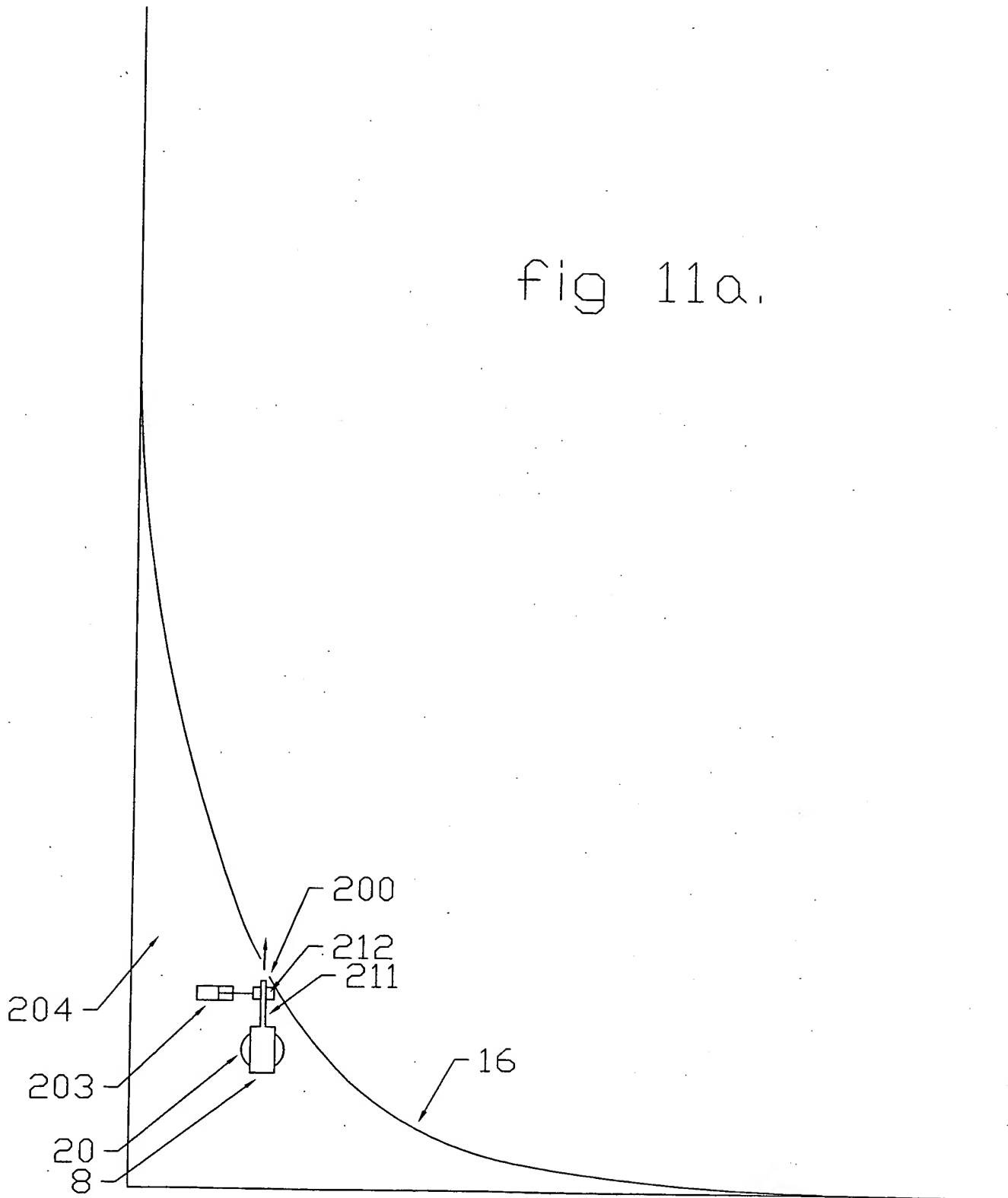


Fig. 11a

fig 11a.





17/20

Fig. 11b

fig 11b.

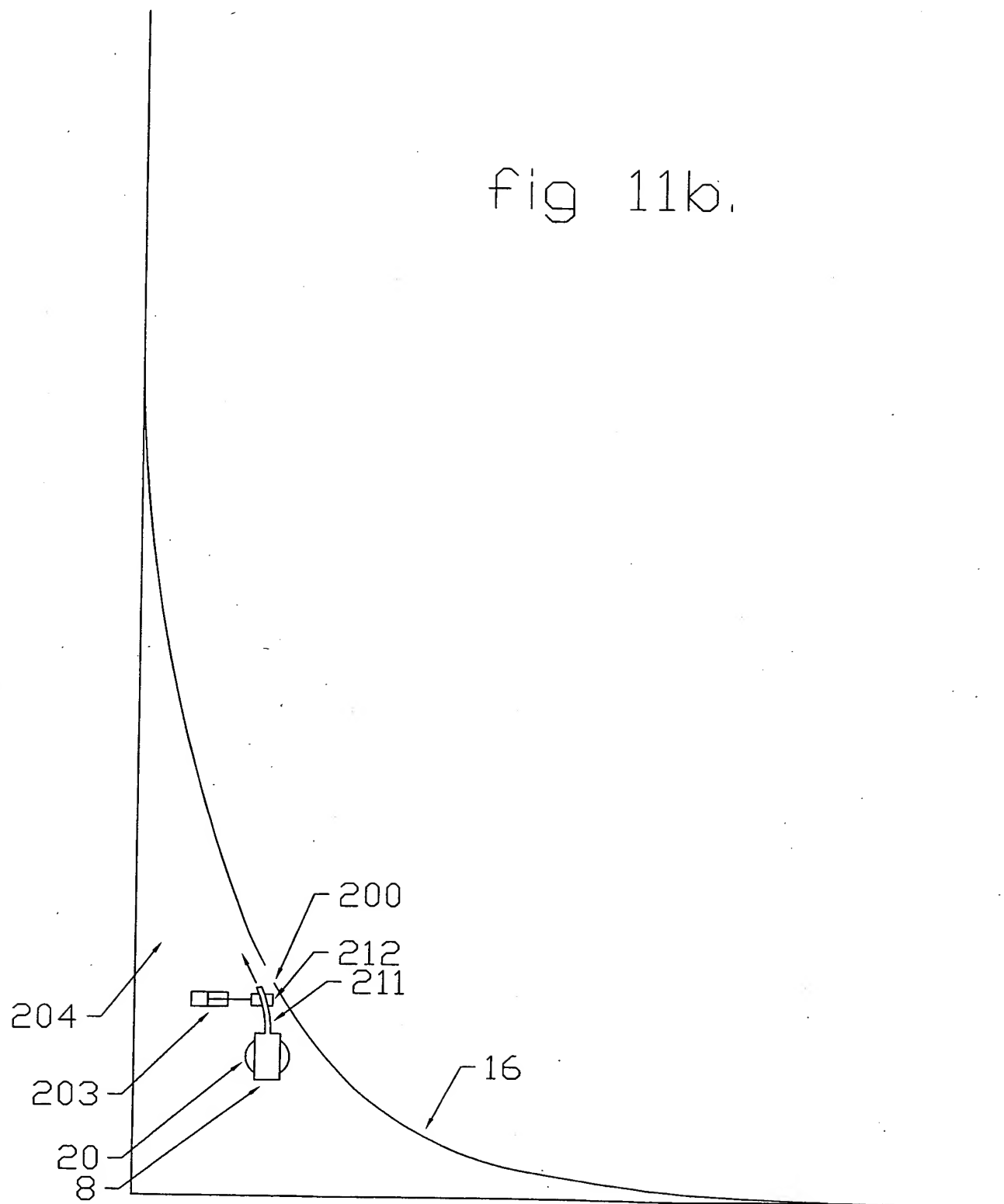


Fig. 12a

fig 12a.

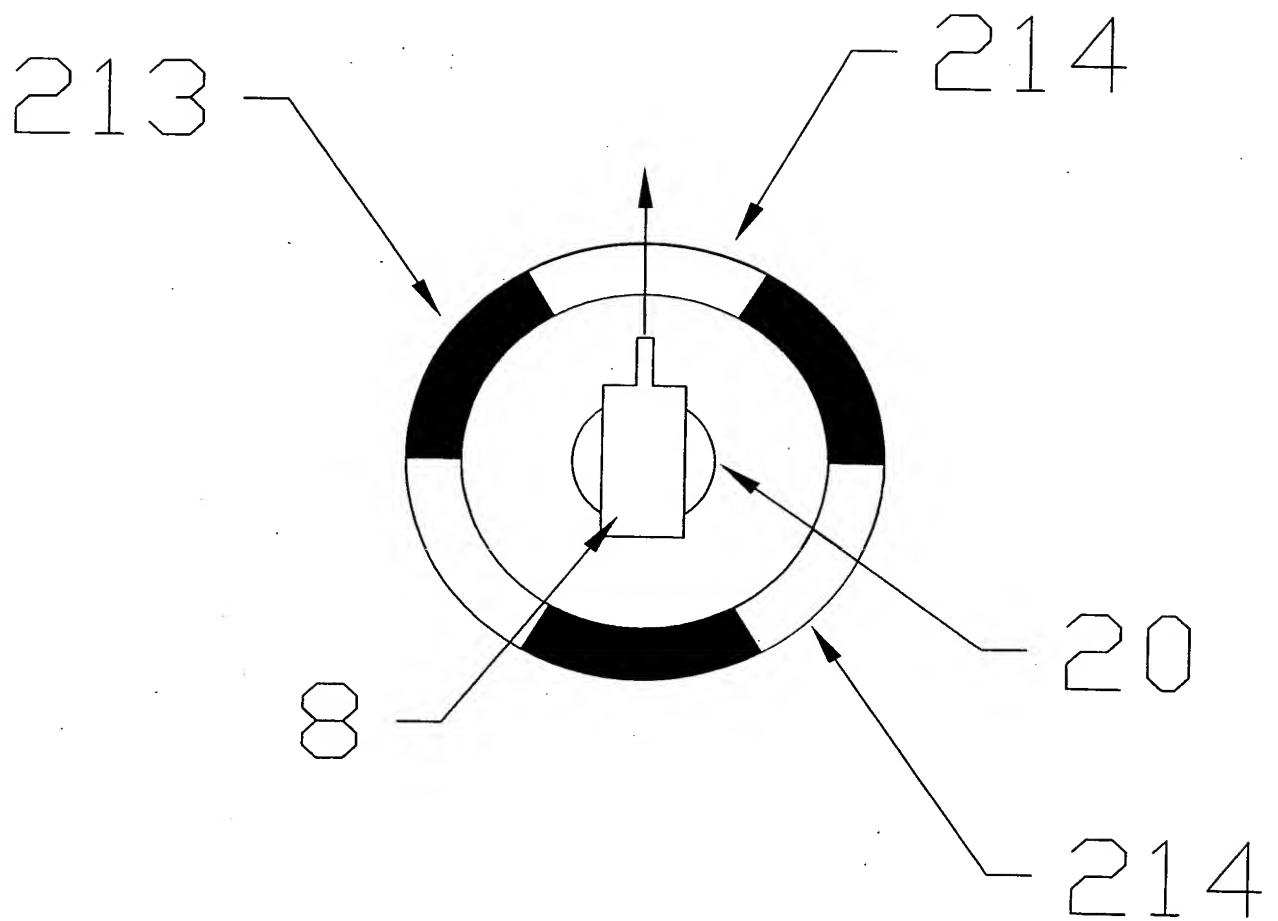
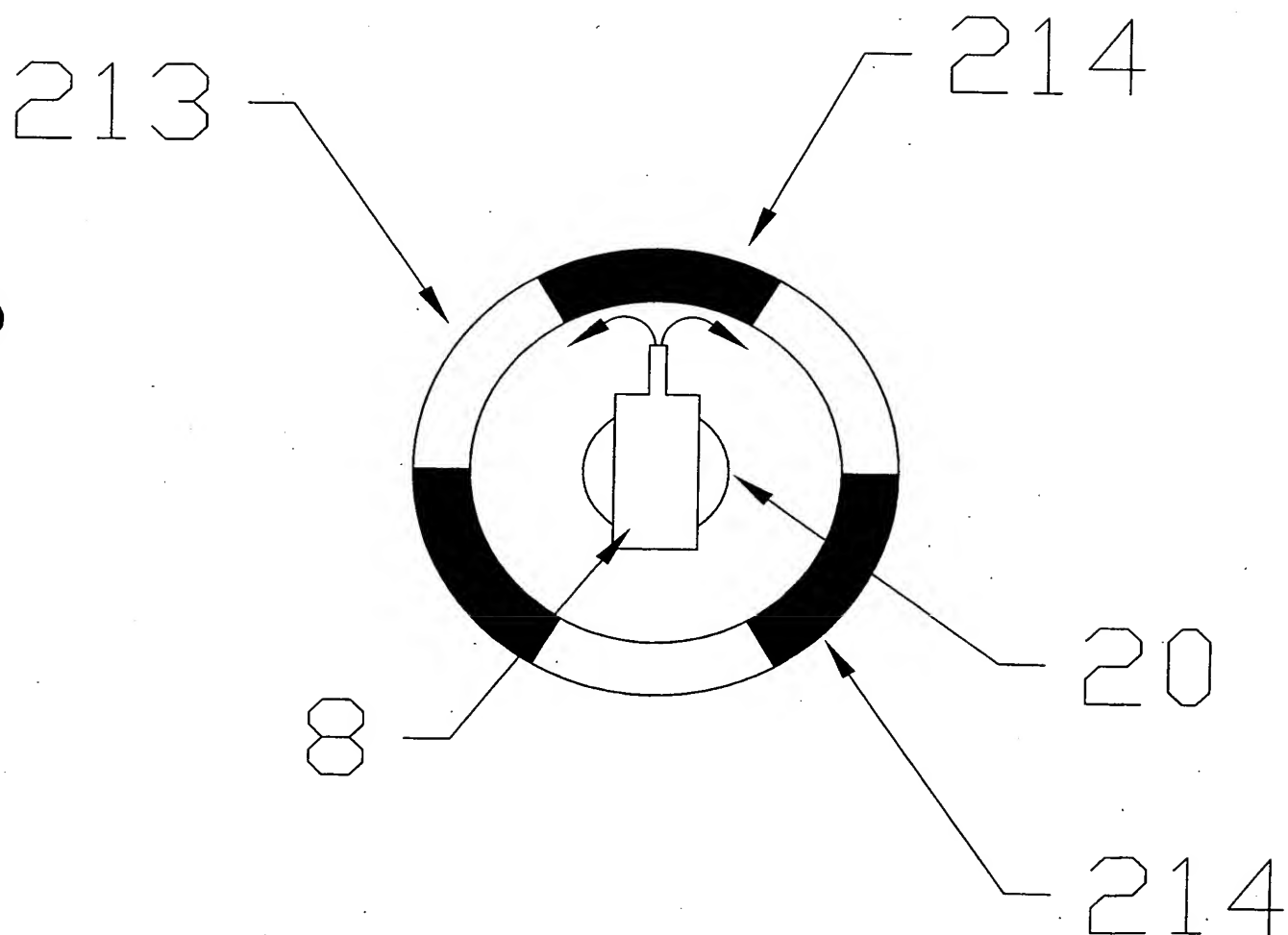


Fig. 12b

fig 12b.





# ROYAUME DE BELGIQUE



Il est certifié que les annexes à la présente sont la copie fidèle de documents accompagnant une demande de brevet d'invention tels que déposée en Belgique suivant les mentions figurant au procès-verbal de dépôt ci-joint.

Bruxelles, le 11. -2- 2004

Pour le Directeur de l'Office  
de la Propriété industrielle

Le fonctionnaire délégué,

PETIT M.  
Conseiller adjoint



N° 2003/0063

Régulation et  
Organisation des marchés  
Office de la Propriété Intellectuelle

## DEMANDE REJETEE

Aujourd'hui, le 29/01/2003 à Bruxelles, 10 heures 00 minutes

en dehors des heures d'ouverture de bureau de dépôt, l'OFFICE DE LA PROPRIETE INTELLECTUELLE a reçu un envoi postal contenant une demande en vue d'obtenir un brevet d'invention relatif à DISPOSITIF POUR CREER DES VAGUES.

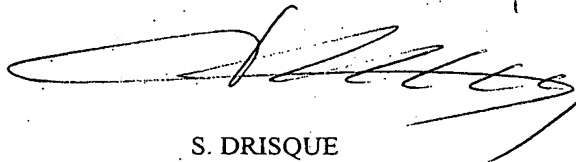
introduite par DEMARTEAU Joseph

agissant pour : WOW COMPANY S.A.  
rue du Coquelet, 18  
B-5000 NAMUR

En tant que ☐ mandataire agréé  
☐ avocat  
☐ établissement effectif du demandeur  
☒ le demandeur

La demande, telle que déposée, contient les documents nécessaires pour obtenir une date de dépôt conformément à l'article 16, § 1<sup>er</sup> de la loi du 28 mars 1984.

Le fonctionnaire délégué,



S. DRISQUE

Bruxelles, le 29/01/2003

Système pour créer des vagues ou un mouvement à la surface d'un liquide

5 La présente invention a pour objet un système pour créer des vagues ou un mouvement à la surface d'un liquide contenu dans un bassin.

On a déjà proposé des systèmes divers pour créer des vagues.

10 Ainsi on a proposé de munir une paroi latérale d'une piscine, voire son fond, d'un conduit associé à un piston de manière à ce que lorsque de l'eau est aspirée par une extrémité du conduit, de l'eau sort par l'autre extrémité dans la piscine. La création d'un mouvement nécessite l'aspiration et le refoulement de quantité d'eau importante.

15 On a également proposé des objets se déplaçant verticalement au dessus de la surface de la piscine. Ces dispositifs présentent l'inconvénient d'être trop visible et de ne pas assurer un fonctionnement optimal.

20 On connaît également des bains munis de jet streams apportant un large volume d'eau, l'eau du jet stream sortant sensiblement dans un plan horizontal. Le jet étant ou n'étant pas contrôlé en fonction de l'état de surface d'une partie du bain.

25 On connaît enfin une boule flottante ( WOW ® vendue par la demanderesse) apte à créer des vagues à la surface de l'eau d'une piscine. Une telle boule assure une excellente amplification du mouvement des vagues, cette amplification étant progressive. Une telle boule flottante réduit toutefois la surface utile de la piscine, de par son volume et de par son emplacement (au centre de la piscine, ou du moins loin des bords de celle-ci). Une telle boule peut être assez lourde.

30 La présente a pour objet un système simple permettant de créer et de contrôler le mouvement de l'eau à sa surface, ledit système présentant un ou plusieurs avantages choisis parmi :

- placement du système dans des endroits de la piscine non utiles pour la natation
- placement facile dans une piscine existante
- meilleur mouvement ou agitation de l'eau située le long d'une paroi de la piscine,
- 35 - non visibilité du système
- possibilité de créer des zones de massages dans une partie de la piscine
- système très sûr point de vue sécurité des nageurs
- etc.

L'invention a donc pour objet un système pour créer des vagues à la surface d'un liquide contenu dans un bassin présentant un niveau moyen, ce système comprenant :

- 5       - au moins un injecteur, de préférence plusieurs injecteurs, situés et orientés à des endroits et dans des directions où leur effet est optimal
  - au moins un conduit pour relier l'injecteur ou les injecteurs à au moins une source d'un fluide mis sous une pression supérieure à la pression exercée par le liquide sur l'injecteur ou les injecteurs considérés,
  - 10       - un dispositif de contrôle de la vitesse et/ou de la pression du fluide sortant du ou des injecteurs
- dans lequel le ou lesdits injecteurs sont choisis parmi le groupe constitué d'injecteurs dirigeant, au moins de manière intermittente, le fluide dans le liquide selon une direction principale ou une direction dans un cône (en 2D ou en 3D) formant un angle
- 15       compris entre  $-30^\circ$  et  $30^\circ$ , par exemple de  $+15^\circ$  et  $-15^\circ$ , avantageusement entre  $-10^\circ$  et  $+10^\circ$ , de préférence entre  $-5^\circ$  et  $+5^\circ$ , ou encore moindre, par rapport à un axe vertical ou horizontal, d'injecteurs dirigeant, au moins de manière intermittente, le fluide le long d'une paroi immergée dans le liquide, d'injecteurs dirigeant, au moins de manière intermittente, le fluide dans le sens du mouvement d'une zone d'action [on
- 20       entend par zone d'action, la zone dans laquelle l'injection entraîne ou amplifie par son propre mouvement une masse d'eau ou de liquide du bassin, de telle sorte que la vitesse globale du fluide à l'endroit d'action ou dans la zone d'action soit supérieure à la vitesse naturelle du liquide si il n'y avait pas eu cette action. La vitesse globale du fluide à l'endroit de l'action sera en particulier supérieure à 0,002 fois la vitesse du fluide à la sortie de l'injecteur, avantageusement supérieure à 0,02 fois la vitesse du fluide à la sortie de l'injecteur, de préférence supérieure à 0,05 fois la vitesse du fluide à la sortie de l'injecteur, par exemple compris entre 0,07 et 0,20 fois la vitesse du fluide à la sortie de l'injecteur, l'important étant que la vitesse du fluide dans la zone d'action est supérieure à sa vitesse en l'absence d'injecteurs] d'un ou de plusieurs autres
- 25       injecteurs ou croisant une zone d'action d'un ou de plusieurs autres injecteurs, et d'une combinaison de ceux-ci, et dans lequel le dispositif de contrôle comporte un moyen adaptant la vitesse et/ou la pression et/ou la direction du fluide sortant d'un ou d'injecteurs en fonction de l'état de surface d'une partie de la surface du liquide, cet état de surface étant avantageusement détecté par un moyen de détection.
- 35

Le système comporte au moins un, voire au moins quatre, avantageusement au moins dix, de préférence au moins 20 injecteurs. Le nombre d'injecteurs dépend de la forme du bassin, du volume du bassin, du type de vagues, du temps pour arriver à des vagues de



## DEMANDE REJETEE

3

hauteur déterminée, etc. Au plus le nombre et la puissance des injecteurs est important, au plus précis pourra être la régulation des vagues à former à la surface du bassin. Le nombre total d'injecteurs est par exemple de 30, 40, 50, 75, 100, 150, 200, voire plus, ces petits injecteurs étant avantageusement regroupés en groupes de plus de 3 injecteurs, par exemple de 5 à 30 injecteurs, chaque groupe d'injecteurs agissant dans une zone du bassin ou ayant une zone d'action dans une zone du bassin, en particulier dans une zone du bassin adjacente d'une paroi latérale du bassin.

De façon avantageuse, chaque injecteur est adapté pour assurer une vitesse de fluide à la sortie de l'injecteur supérieure à 0,5 m/s, avantageusement supérieure à 0,75 m/s, de préférence largement supérieure à 1 m/s, de façon à donner à l'endroit d'efficacité de l'injecteur (zone d'action) des vitesses supérieures aux vitesses du mouvement naturel du liquide, plus particulièrement supérieure à 1,5 m/s et/ou pour assurer une zone d'action, éventuellement en combinaison avec un ou plusieurs autres injecteurs, avec une longueur de plus de 20cm, avantageusement de plus de 40 cm, de préférence de plus de 50cm, plus particulièrement d'au moins la différence de niveaux entre le niveau du creux minimal des vagues et le niveau maximal des vagues.

Les injecteurs sont avantageusement placés dans le bassin le long de paroi(s) latérale(s) de manière à pouvoir agir dans des zones du bassin où la vague passe par un creux et/ou où la vague passe par un sommet, les injecteurs étant avantageusement disposés en groupes distants entre eux d'une distance égale sensiblement à un nombre entier de fois le quart de longueur d'onde, voire un nombre entier de fois la demi longueur d'onde de la vague désirée ou prédéterminée. Dans le cas où certains injecteurs verticaux agissent sur les ventres (creux - sommets) et d'autres horizontaux sur les nœuds (pas de déplacement vertical), les injecteurs verticaux sont placés de telle sorte que leur action soit située à un quart de longueur d'onde des horizontaux.

Les injecteurs peuvent également être disposés en fond de bassin, en zone éloignées des limites de bassins, là où des crêtes et creux de vagues sont attendus

De préférence, chaque injecteur est adapté pour assurer un débit de fluide maximal de moins de 1 l/s, avantageusement de moins de 0,5 l/s, de préférence de moins de 0,25 l/s, plus particulièrement de moins de 0,1 l/s. De façon avantageuse, le débit de fluide sortant d'un injecteur sera réduit, mais ledit fluide sortira avec une vitesse importante de manière à induire une poussée sur la vague particulièrement dans la zone d'action. Des débits plus importants sont possibles dans le cas de gros injecteurs, par exemple pour la mise en mouvement du liquide de bassin de grande surface.

De façon plus particulière, les injecteurs seront adaptés pour être à même seuls ou en combinaison avec un ou plusieurs autres, de créer une zone d'action au moins sur le sommet d'une vague ou sur le creux d'une vague. Les injecteurs sont par exemple  
5 adaptés pour assurer que du fluide puisse passer à un niveau supérieur au niveau maximal de la vague ou puisse être poussé sous le niveau minimal de la vague, de manière à accroître l'effet de la vague.

Avantageusement, le système de contrôle assure une injection de fluide par un ou des  
10 injecteurs vers une zone du bassin lorsque le niveau de liquide de la zone est dans sa phase de remontée.

Un ou des injecteurs sont avantageusement améliorés ou associés à un vortex explicitement construit ou système venturi explicitement construit, créant, comme le simple  
15 injecteur une aspiration de liquide du bassin et le poussant pour créer une vague. Le vortex ou venturi peut être muni de système(s) contrôlant la quantité de liquide aspirée ou sortant du vortex ou venturi.

Selon une forme de réalisation, le système comporte une première série d'injecteurs et une  
20 deuxième série d'injecteurs, et le dispositif de contrôle contrôle la vitesse et/ou la pression du fluide des injecteurs, de manière à ce que lorsque la vitesse et/ou la pression de fluide sortant des injecteurs d'une série est nulle ou sensiblement nulle, la vitesse et/ou la pression de fluide sortant des injecteurs de l'autre série est maximale ou sensiblement maximale. Les injecteurs sont mis en série sous la forme de vortex, de rails, de rampes  
25 linéaires ou droites, courbes, éventuellement inclinées par rapport à un plan horizontal, de râteaux, etc.

Selon un détail d'une forme de réalisation, le système comporte au moins une série d'injecteurs sensiblement verticaux et un profilé courbe adapté pour épouser la forme d'un  
30 coin immergé du bassin. Ce profilé courbe a avantageusement une forme guidant le liquide du bassin hors de zones mortes du bassin.

Selon une forme de réalisation, le système comporte plus d'une séries d'injecteurs, chaque série d'injecteurs étant associée à un profilé courbe distinct. Chaque série est par exemple  
35 située dans un coin du bassin. En particulier, sensiblement dans chaque coin du bassin est placée une série d'injecteurs.

Selon un détail d'une autre forme de réalisation, le système comporte plus d'une série d'injecteurs, par exemple deux séries d'injecteurs étant associées à un premier profilé courbe, tandis que deux autres séries d'injecteurs sont associées à un deuxième profilé courbe. Les profilés courbes sont par exemple placés le long de bords inférieurs opposés du bassin. Eventuellement des profilés courbes avec des rampes d'injecteurs sont situés entre lesdits premier et deuxième profilés, par exemple au voisinage du fond de la piscine ou bassin.

Le système comporte avantageusement un moyen pour créer un fluide sous pression et/ou présentant une vitesse. Un tel moyen est par exemple un compresseur à gaz, à air, de vapeur, un ventilateur, une turbine, un compresseur de liquide, d'eau, de liquide chargé en gaz, d'eau chargée en gaz carbonique, une pompe à liquide (centrifuge, volumétrique), une pompe immergée dans le bassin, ou une combinaison de tels moyens.

Le moyen est donc avantageusement choisi parmi le groupe constitué de moyens pour mettre un gaz sous pression, en particulier de l'air, de vapeur, d'air chaud, moyens pour mettre un liquide sous pression, en particulier de l'eau, moyens pour assurer une vitesse à un fluide, en particulier de l'eau. Dans certaines applications possibles (telles que des processus chimiques, des procédés de traitement, etc.), le fluide peut être chargé d'un ou de plusieurs additifs ou réactifs ou agents actifs (tel que réactifs chimiques, bactéries, agents bactéricide, agents anti-fongique, agents anti-algue, etc.)

Le système suivant l'invention comporte avantageusement une ou des pompes immergées dans le bassin, ou placées en zone techniques, ces pompes pompant du liquide du bassin pour le pousser à travers un ou plusieurs injecteurs.

Selon une forme de réalisation, un dispositif de contrôle contrôle la direction du fluide sortant d'un ou de plusieurs injecteurs et/ou contrôle une pièce apte à être placée dans le flux de fluide sortant de l'injecteur.

En particulier, le dispositif de contrôle comporte :

- une pièce immergée présentant une surface avec au moins une fenêtre pour le passage au moins intermittent de fluide sortant d'un ou de plusieurs injecteurs, et
- un système induisant un mouvement relatif entre la sortie d'un ou de plusieurs injecteurs et la fenêtre de la pièce immergée et/ou contrôlant le mouvement relatif entre la fenêtre et une pièce de fermeture adaptée pour obturer au moins partiellement ladite fenêtre.

Selon une forme de réalisation préférée, le système est relié à un ou plusieurs injecteurs de manière à induire audit ou aux dits injecteurs ou à au moins une partie de ceux-ci un mouvement de rotation ou de pivotement, avantageusement sous la forme d'un

mouvement de va-et-vient. Par exemple, le système induit un pivotement compris entre  $-15^\circ$  et  $+15^\circ$  par rapport à une direction verticale tournée vers le haut.

5 L'invention a encore pour objet un bassin destiné à contenir un liquide à la surface duquel des vagues sont créées, ledit bassin étant associé à au moins un système suivant l'invention. Un tel bassin est par exemple un bassin de traitement d'eau, un bassin d'épuration, une cuve de réaction, en particulier une piscine.

10 L'invention a également un procédé pour créer des vagues à la surface d'un liquide contenu dans un bassin, dans lequel

- on injecte dans le liquide un ou des fluides au moyen de plusieurs injecteurs, et
- on contrôle le fonctionnement des injecteurs pour qu'un ou des injecteurs agissent soit pour amplifier le creux d'une vague, soit pour amplifier le sommet d'une vague, (soit pour amplifier le mouvement horizontal d'une vague).

15 Dans ce procédé, on utilise avantageusement un système suivant l'invention.

Des détails et particularités de l'invention ressortiront de la description détaillée suivante dans laquelle il est fait référence aux dessins ci-annexés.

20

Dans ces dessins,

- la figure 1 est une vue schématique d'une piscine munie d'un système suivant l'invention ;
- la figure 2a est une vue schématique d'une piscine présentant deux rampes avec des séries d'injecteurs ;
- 25 - la figure 2b est une vue schématique d'une piscine munie de quatre rampes avec des séries d'injecteurs ;
- la figure 2c est une vue schématique d'une piscine munie d'une rampe de distribution avec cinq séries d'injecteurs commandées de manière indépendante ;
- 30 - la figure 3 est une vue schématique d'un système suivant l'invention ;
- la figure 4 est une vue schématique d'un autre système suivant l'invention ;
- les figures 5a à 5d sont des vues montrant l'amplification du mouvement à la surface de l'eau ;
- la figure 6 est une vue montrant la direction du jet sortant d'injecteurs ;
- 35 - la figure 7 montre un vortex utilisé pour accroître l'efficacité ;
- les figures 8a et 8b montrent des systèmes comportant un venturi ;
- les figures 9a et 9b montrent un système agissant de manière intermittente sur le flux de fluide sortant d'un injecteur ;

- les figures 10a et 10b montrent un système contrôlant le pivotement de l'injecteur ou de la rampe d'injection ;
- les figures 11a et 11b montrent un système agissant sur la tubulure de sortie d'un injecteur ; et
- 5       - les figures 12a et 12b montrent un système comportant un distributeur rotatif contrôlant le fonctionnement d'un injecteur.

La figure 1 représente une piscine 1 sensiblement parallélépipédique comportant un système de filtration 2. Ce système de filtration comporte un bac de réception d'eau 3 (par débordement, lorsque l'eau de la piscine au voisinage du bac de réception passe au  
10       dessus d'un niveau déterminé, par exemple le système des goulottes de débordement d'une piscine, ou le système des skimmers, ou encore par une porte 4 dont la position verticale peut être adaptée ou contrôlée). L'eau passant dans le bac est amenée vers une pompe P qui pousse l'eau dans un dispositif de filtration F et ensuite dans un conduit 5  
15       pour ramener l'eau filtrée par une bouche 6 située dans le fond 7 de la piscine, ou encore à d'autres endroits du fond ou des parois. La piscine peut être de n'importe quelle forme, la parallélépipédique ne servant que d'illustration.

La piscine est également munie d'un système pour créer des vagues à la surface de l'eau  
20       de la piscine. Ce système comporte une série d'injecteurs 8 (trois sont représentés, toutefois la piscine est par exemple munie de 20, 50 voire plus d'injecteurs), chaque injecteur 8 étant lui même ou associé explicitement à un dispositif vortex 9 (voir figure 7). Les injecteurs 8 sont reliés par une conduite 10 à une pompe PV reliée par un tuyau 11 à la conduite 5 destinée à ramener l'eau filtrée vers la piscine. La pompe PV est destinée à  
25       amener de l'eau filtrée et avantageusement additionnée d'un agent (désinfectant, chlore, biocide, fongicide, anti-algue, etc.) provenant d'un réservoir 12 ou présent dans le filtre F, vers les injecteurs 8. L'eau est mise sous une pression variable au cours du temps dans la conduite 10, cette pression variant par exemple entre une pression minimale de 0,2 bar ( $0,2 \cdot 10^5$  Pa) et une pression de 20 bars ( $20 \cdot 10^5$  Pa). La conduite 10 est éventuellement  
30       munie, au voisinage des injecteurs 8 d'une vanne 13a, ou dans le local technique d'une vanne 13b. L'eau sortant des injecteurs 8 sort à une vitesse de plus de 0,5 m/s et avec un débit de moins de 0,1 l/seconde par injecteur, (sauf pour de gros injecteurs) par exemple de moins de 0,01 l/seconde. La vitesse de l'eau sortant de l'injecteur sera  
35       avantageusement choisie pour que la zone d'action ZA de l'injecteur s'étende au moins sensiblement jusqu'au voisinage de la surface de liquide SL, le niveau duquel peut varier entre un niveau maximal NM1 et un niveau minimal NM2. Les injecteurs sont  
avantageusement placés en dessous du niveau minimal d'eau correspondant au creux d'une vague d'amplitude maximale, tandis que la vitesse d'eau sortant des injecteurs est

avantageusement choisie de manière à ce que lorsque l'injecteur pousse une vague vers le haut, le jet d'eau sortant de l'injecteur a une vitesse suffisante pour sortir au moins partiellement au dessus de la vague.

- 5 Pour régler la vitesse de l'eau sortant des injecteurs 8, un dispositif électronique 15 reçoit une information d'un senseur ou capteur 14 fonction de la hauteur de la vague par exemple dans la zone située au dessus des injecteurs 8. Lorsque le capteur 14 (qui mesure par exemple une pression) détecte un sommet d'une vague ou un quasi sommet d'une vague, le dispositif électronique commande la pompe PV et/ou les vannes 13a ou 13b pour
- 10 accroître la pression de l'eau dans la conduite 10 et pour chasser l'eau hors des injecteurs 8 avec une vitesse suffisante pour multiplier ou accroître le niveau de la vague ou pour accroître l'amplitude des vagues. Dès que le dispositif électronique détecte un mouvement vers le bas du niveau d'eau dans la zone située au dessus des injecteurs 8, le dispositif électronique arrête le fonctionnement de la pompe PV ou ferme une vanne 13.
- 15 La liaison entre l'information du capteur et la commande pourra judicieusement être traitée comme se réalisant dans un cycle répétitif, et donc on pourra de façon optimale, avancer le démarrage des injecteurs pour que leur action commence de fait au bon moment sans retard dû à ce démarrage.
- 20 L'eau sortant des injecteurs sort à une vitesse importante (lors d'une opération pour soulever la vague) de manière à créer un entraînement de l'eau adjacente des injecteurs et pour pousser cette masse d'eau (eau sortant de l'injecteur + eau entraînée par l'eau sortant des injecteurs). On a remarqué qu'en utilisant des injecteurs propulsant un faible
- 25 débit d'eau à grande vitesse, l'effet de l'injecteur est sensiblement indépendant de la vitesse de la vague. L'injecteur induit ainsi une force de poussée sur le liquide, plutôt qu'il ne déplace d'office une masse importante de ce liquide. Les injecteurs sont donc conçus pour transférer de la puissance.
- 30 Les injecteurs 8 sont placés au voisinage d'une paroi latérale de la piscine à un niveau situé sous le niveau minimal NM2, par exemple à un niveau situé de 20cm à 200cm sous le niveau minimal NM2, par exemple compris entre 30 et 100cm. Un profilé courbe 16 est associé aux injecteurs 8, ce profilé 16 s'étendant entre le fond de la piscine et la paroi le long de laquelle s'étendent les injecteurs 8. Ce profilé forme ainsi une protection pour les
- 35 injecteurs 8, mais également forme un guide pour l'eau en mouvement au niveau du fond de la piscine.

Les injecteurs sont par exemple sensiblement mono directionnels, par exemple avec un angle de dispersion compris entre  $+15^\circ$  et  $-15^\circ$  (avantageusement entre  $-10^\circ$  et  $+10^\circ$  ; de préférence entre  $-5^\circ$  et  $+5^\circ$ ) par rapport à l'axe central du flux d'eau sortant d'un injecteur. Pour former en quelque sorte, quand ils sont côte à côte un rideau, ou quand ils sont en zone, un cône ou une ellipse conique.

La pompe PV est avantageusement munie d'un système de sécurité 17, 18 de sorte que dès que la pression dans la conduite dépasse une valeur de sécurité, la vanne 18 s'ouvre pour permettre un passage d'eau par la conduite 17 de la sortie de la pompe vers l'entrée de la pompe.

La pompe P, le filtre F, la pompe PV et le dispositif de contrôle se trouvent avantageusement dans un même local technique.

La figure 2a montre une piscine 1 similaire à celle représentée à la figure 1. Cette piscine 1 est associée à deux rampes 20,21 d'injecteurs 8. Ces injecteurs 8 sont placés au voisinage du fond 22 de la piscine, le long d'une paroi latérale 23 (par exemple s'étendant dans le sens de la largeur LARG de la piscine). Les injecteurs 8 de la rampe 20 sont montés sous la forme de trois séries d'injecteurs, une première série 80 (par exemple d'au moins 5, avantageusement d'au moins 10 injecteurs, par exemple de 20, 30, 50 injecteurs) située au voisinage d'un premier coin 24, une deuxième série 81 (par exemple d'au moins 5, avantageusement d'au moins 10 injecteurs, par exemple de 20, 30, 50 injecteurs) située au voisinage d'un autre coin 25, et d'au moins une série 82 d'injecteurs (comprenant avantageusement un nombre d'injecteurs plus important que le nombre d'injecteurs d'une série de coin, par exemple deux fois ou plus de deux fois d'injecteurs que le nombre d'injecteurs d'une série de coin), la ou lesdites séries 82 étant situées par rapport à une série d'injecteurs d'un coin à une distance égale à un multiple entier d'une longueur d'onde LO d'une vague à former dans la piscine. Dans la forme représentée (où une seule série 82 est placée entre les séries 80 et 81), la série 82 est située à mi-distance entre les séries 80 et 81.

Les injecteurs 8 de la rampe 21 sont montés sous forme de séries d'injecteurs 83,84 comprenant avantageusement un nombre d'injecteurs plus important que le nombre d'injecteurs d'une série de coin, par exemple deux fois ou plus de deux fois d'injecteurs que le nombre d'injecteurs d'une série de coin. Chaque série 83,84 est située entre deux séries (80,81,82) d'injecteurs 8 de la première rampe 20. Par exemple, chaque série 83,84 est située à mi-distance entre deux séries (80,82 ; 82,81) d'injecteurs de la première rampe 20.

Les injecteurs 8 sont protégés par un profilé 16.

5 Les rampes 20, 21 sont associées à une source d'un fluide sous pression (P1,P2) et à un dispositif de contrôle 15 commandant des vannes 90,93 en fonction d'un capteur ou de plusieurs capteurs de pression 100,101,102,103,104. Par exemple, chaque capteur détecte un état de la vague dans la zone située au dessus d'une série d'injecteurs. Ceci permet de contrôler le fonctionnement de chaque série de manière indépendante des autres en fonction de l'état (niveau) de la vague dans la zone située au dessus de la série d'injecteurs considérée.

10 Un contrôle centralisé est également possible.

Les capteurs peuvent être également du type de niveau, sonore ou optique.

Le dispositif de contrôle reçoit les informations des capteurs 100,101,102,103 et 104 par un câble 30 ou un système de transmission RF, sonore, IR optique, avec ou sans fil ou fibre et envoie des instructions vers les vannes 90,93 par un câble 31, et éventuellement moyennant contrôle d'un système électronique.

20 De façon avantageuse, un même fluide est injecté par les injecteurs 8 de la rampe 20 et par les injecteurs de la rampe 21. Toutefois selon une forme de réalisation possible, la rampe 20 permet l'injection d'un premier fluide (eau), tandis que l'autre rampe permet l'injection d'un deuxième fluide différent du premier (par exemple un gaz, de l'air, de l'oxygène, du gaz carbonique, de l'eau présentant une caractéristique différente de celle utilisée dans la rampe 20, etc.).

Selon une forme de réalisation, la même rampe peut aussi injecter deux composants air et eau en simultané.

25 La figure 2b est une vue d'une piscine similaire à celle représentée à la figure 2a, si ce n'est qu'elle comporte quatre rampes 20,20bis,21,21bis d'injecteurs, les injecteurs 8 d'un premier couple de rampes 20,21 étant situés au voisinage d'une première paroi latérale 23 de la piscine, tandis que les injecteurs 8 de l'autre couple de rampes 20bis,21bis sont situés au voisinage d'une autre paroi, avantageusement une paroi 23bis opposée à la paroi 23.

30 La figure 2c est une vue d'une piscine comportant une rampe 20 avec cinq séries d'injecteurs 80,81,82,83,84, reliées chacune à la rampe 20 par une vanne individuelle 90,91,92,93,94. Chaque vanne comporte ou est associée à un système de contrôle et/ou de commande (tel un micro contrôleur, un micro mécanisme, un micro processeur, un flotteur, un flotteur à boisseau, une vanne à flotteur) recevant une indication fonction du niveau de liquide dans une zone déterminée.



La figure 3 est une vue d'une forme de réalisation particulière d'un dispositif pour injecter de l'eau dans un coin d'une piscine. Le dispositif comporte un profilé courbe 16 s'étendant entre le fond 22 de la piscine et deux parois latérales (23,23ter). De l'eau de la piscine est apte à passer sous le profilé 16 par des ouvertures 27. Une pompe 32 du type immergée fonctionnant avec une alimentation électrique base tension (par exemple 12Volts, 24Volts, 36 Volts) est placée en dessous du profilé 16. L'alimentation électrique de la pompe 32 est réalisée au moyen d'un câble 33 relié à une source électrique et à un dispositif de contrôle 15 en passant par la bouche 6.

10

La pompe 32 pompe ainsi de l'eau de la piscine et pousse cette eau dans une tête ou pommeau 34 présentant une série d'ouvertures 35 de manière à créer un ensemble de jets d'eau de faible débit mais de grande vitesse. Les jets sortant du pommeau 34 forment une poussée d'eau PE présentant un axe central (avantageusement vertical ou sensiblement vertical) 36. L'angle alpha de l'ouverture de l'ensemble des jets d'eau 37 sortant du pommeau est par exemple compris entre 5 et 10°. La vitesse des jets est choisie pour que la zone d'action ZA des jets s'étend au delà du niveau maximal de la vague, lorsqu'il y a lieu d'accroître le mouvement ou l'amplitude de mouvement de la vague. De l'eau est ainsi poussée ou chassée au dessus du niveau maximal de la vague en formant une sorte de mini fontaine ou d'une source jaillissante d'eau. Les jets forment ainsi avantageusement un courant d'eau sortant de la vague d'une hauteur H d'au moins 1cm, par exemple de 5 à 20cm, voire plus, mais de préférence de moins de 10cm. Ces jets d'eau sortant de la vague permet outre l'amplification des vagues, une oxygénation de la piscine, un brassage de l'eau, la formation de mini vagues V1 se déplaçant sur les vagues V.

25

La figure 4 est une vue d'une autre forme de réalisation. Dans cette forme de réalisation, les injecteurs 8 sont situés au dessus du niveau moyen de la piscine N ou au voisinage de ce niveau. Ces injecteurs 8 sont agencés pour pousser l'eau vers le fond 22 de la piscine. Dans cette forme de réalisation, de l'eau sort des injecteurs avec une grande vitesse lorsque le capteur détecte un creux d'une vague ou sensiblement un creux d'une vague. Dans la forme de réalisation, les injecteurs 8 sont situés sous la planche 40 du plongeoir, ou du starting bloc.

30

Les figures 5a à 5d montre des étapes pour la formation de vagues dans une piscine du type représenté à la figure 2b.

35

Les injecteurs de la rampe 20 sont mis en fonctionnement pour créer un premier soulèvement au dessus des injecteurs 8 de la rampe 20. Une première vague est ainsi

formée. Les injecteurs 8 de la rampe 20 sont désactivés dès que le capteur 100 détecte que la vague dans la zone située au dessus de la rampe 20 s'écarte du sommet d'une vague (mouvement de descente de la vague). (figure 5a)

- 5 La vague se propage ainsi vers la paroi 23bis. Lorsque le capteur 101 détecte un état correspondant à un mouvement de montée de la vague jusque sensiblement à un sommet d'une vague, les injecteurs 8 de la rampe 20bis sont mis en fonctionnement pour pousser vers le haut la vague. Les injecteurs 8 de la rampe 20bis sont désactivés dès que le capteur 100 détecte que la vague dans la zone située au dessus de la rampe 20bis  
10 s'écarte du sommet d'une vague (mouvement de descente de la vague). (figure 5b)

- De même, lorsque le capteur 100 détecte un état correspondant sensiblement à un mouvement de montée de la vague jusque sensiblement à un sommet d'une vague, les injecteurs 8 de la rampe 20 sont mis en fonctionnement pour pousser vers le haut la  
15 vague. Les injecteurs 8 de la rampe 20 sont désactivés dès que le capteur 100 détecte que la vague dans zone située au dessus de la rampe 20 s'écarte du sommet d'une vague (mouvement de descente de la vague). (figure 5c)

- L'amplitude de la vague est ainsi amplifiée (figure 5d).  
20

- La figure 6 montre des emplacements possibles pour des injecteurs. Ainsi dans la forme de réalisation de la figure 6, les coins de la piscine sont munis d'une série d'injecteurs verticaux induisant lorsqu'ils sont activés une poussée vers le haut PV, une série d'injecteurs horizontaux parallèles à une paroi et adjacent à cette paroi, ces injecteurs  
25 horizontaux induisant une poussée horizontale PH1 vers le coin de la piscine, et une autre série d'injecteurs horizontaux parallèles à une autre paroi et adjacents à cette autre paroi, ces injecteurs horizontaux induisant une poussée horizontale PH2 sensiblement perpendiculaire à la poussée PH1. Les injecteurs d'un coin sont activés en même temps lorsque le capteur détecte un niveau correspondant sensiblement à un creux d'une vague  
30 ou un mouvement de remontée de la vague. L'utilisation combinée d'injecteurs verticaux et d'injecteurs horizontaux dont la zone d'action atteint la zone d'action ZA d'injecteurs horizontaux d'une autre série ou d'injecteurs verticaux permet d'accroître la vitesse de formation de vague de grande amplitude. Les injecteurs sont désactivés juste avant l'arrivée du sommet de la vague et avantageusement réactivés juste avant le creux de la  
35 vague.

La figure 7 montre schématiquement un dispositif pour accroître l'efficacité de la poussée. Dans la forme de réalisation de la figure 7, l'eau sous pression entre dans une chambre 50

par le conduit 51. Cette eau passe alors dans un canal d'alimentation sensiblement annulaire 51B avant de passer dans une couronne d'injection 51A. Cette eau entraîne l'eau entrant par l'extrémité inférieure de la chambre 52 pour ressortir vers l'extrémité supérieure de la chambre.

5

Aux figures 8a et 8b, un venturi 55 permet d'assurer une aspiration d'eau centrale (8a) ou latérale (8b). Dans la forme représentée, une admission d'air ou d'un gaz est prévue dans le venturi, cette admission est effectuée par le conduit 56. L'aspiration d'air est par exemple obtenue par la dépression créée par le jet à grande vitesse sortant de l'injecteur

10

8. L'air peut toutefois également provenir d'une source d'air comprimé, cet air étant alors admis dans le venturi de manière continue ou non, avantageusement de manière continue ou sensiblement continue, et de préférence encore de façon proportionnelle au débit d'eau, et par exemple de façon sinusoïdale ou du type sinus comme le jet d'eau. Cet ajout d'air comprimé permet même d'amplifier encore le mouvement d'amplitude de vague.

15

Dans la forme de réalisation de la figure 9a, la piscine comprend une rampe 20 d'injecteurs 8, cette rampe 20 étant située sous le profilé 16 adjacent d'un bord inférieur de la piscine.

Le profilé 16 présente une série d'ouvertures 200 agencées chacune au-dessus de la sortie d'un injecteur. Un profilé ou bras 201 est articulé à un arbre 202 et est connecté à un dispositif de contrôle 203 commandant un mouvement de va-et-vient de pivotement. Ce dispositif de contrôle comprend dans la forme représentée un vérin 203A, dont la tige 203B agit sur le profilé 201. Le vérin est fixé à pivotement à la paroi verticale de la piscine,

20

tandis que la tige 203B est connectée à pivotement au profilé 201. Ce profilé 201 est adapté pour qu'une partie du profilé ou des pièces de fermeture solidaires du profilé se déplace entre une position où le profilé ou les pièces de fermeture ferment les ouvertures 200 de manière à empêcher à ce que le flux de fluide sortant des injecteurs ne passe par les ouvertures 200 ( Le flux de fluide est alors guidé dans la chambre 204 située sous le profilé 16), et une position pour laquelle le flux de fluide sortant des injecteurs passe par les ouvertures 200 de manière à créer un mouvement à la surface de la piscine. Dans cette forme de réalisation, le débit et la pression de fluide sortant des injecteurs sont avantageusement constants. C'est le mouvement du profilé 201 qui permet soit d'agir sur une vague (eau passant par les fenêtres), soit de ne pas agir sur la vague. Au lieu d'utiliser un vérin, on aurait pu utiliser un autre mécanisme mécanique, tel qu'un système avec électroaimants, un système de bielle-manivelle, etc.

25

30

35

La figure 9a montre la position du profilé 201 ne fermant pas les ouvertures 200, tandis que la figure 9b montre la position du profilé 201 fermant les ouvertures.

La figure 10a montre une forme de réalisation similaire à celle de la figure 9a, si ce n'est que l'injecteur 8 ou la rampe 20 est monté à pivotement par rapport à un arbre 210. Un dispositif contrôle le pivotement de l'injecteur ou de la rampe de manière à ce que le flux sortant de l'injecteur 8 soit dirigé soit vers l'ouverture 200 du profilé 16, soit sur une partie fermée du profilé 16. Dans la figure 10a, l'injecteur 8 est dirigé de manière à ce que son flux passe par l'ouverture 200 et ait une action sur les vagues. Dans la figure 10b, l'injecteur 8 est dirigé de manière à ce que le flux bute contre la paroi du profilé 16.

La forme de réalisation de la figure 11a est similaire à celle de la figure 10a, si ce n'est que la sortie de l'injecteur 8 est associée à un conduit flexible 211, qui est connecté à un vérin 203A dont la tige 203B est connectée via un support 212. Dans la figure 11a, le conduit 211 est placé de manière à ce que son flux passe par l'ouverture 200 et ait une action sur les vagues. Dans la figure 11b, le conduit 211 a son extrémité placée ou adaptée de manière à ce que le flux bute contre la paroi du profilé 16.

La forme de réalisation de la figure 12a comprend une rampe 20 avec des injecteurs 8. Un cylindre distributeur creux 213 présente une série d'ouvertures 214 placées de manière régulière (par exemple tous les 120°). Dans le creux 215 du cylindre distributeur 213 est placée la rampe 20. Un moteur (non représenté) entraîne en rotation le cylindre distributeur 213 de sorte que le flux de fluide sortant des injecteurs passe pendant un laps de temps par des fenêtres 214 et bute pendant un autre laps de temps contre une paroi intérieure du cylindre distributeur 213 (paroi située entre deux ouvertures 214). Le cylindre distributeur 213 est avantageusement monté sur des roulements prenant appui sur des parois opposées de la piscine. En contrôlant la vitesse de rotation du cylindre distributeur 216, on contrôle les différents moments pendant lesquels les injecteurs ont une action sur la vague.

Dans les formes de réalisation représentées aux figures, il est possible de faire de nombreuses modifications.

Les injecteurs au lieu d'injecter de l'eau peuvent injecter un autre fluide, tel qu'un gaz, par exemple de l'air, de l'oxygène, de l'azote, de l'air enrichi en oxygène, etc. ou un mélange de ceux-ci, cet autre fluide étant injecté en combinaison ou non avec un liquide.

Dans le système suivant l'invention, le fonctionnement des injecteurs doit être contrôlé. La synchronisation des injecteurs dans le mouvement est avantageusement réalisée aussi bien au niveau de la fréquence que de la phase relative. Une telle synchronisation est réalisée par des capteurs et une électronique ou un mécanisme de contrôle. Dans le cas

de l'utilisation de système électronique, le système peut comprendre des moyens de contrôle des injecteurs permettant de passer rapidement d'un type de vague (longueur d'onde, amplitude, fréquence des vagues, etc.) à un autre type de vague. Dans ce cas les injecteurs fonctionnent éventuellement lorsque le capteur détecte un creux d'une vague ou un mouvement montant de la vague dans une zone déterminée.

Les injecteurs sont en particulier disposés le long d'une paroi, en particulier d'une paroi latérale (ou longitudinale), de préférence au voisinage du fond dans le cas d'injecteurs verticaux. Les injecteurs ou des injecteurs peuvent toutefois être placés en d'autres endroits, par exemple au centre du fond de la piscine, entre des parois, dans une chambre adjacente de la piscine, dans une chambre créée dans la piscine. Les ou des injecteurs peuvent être placés loin d'un bord ou transversalement à un bord, par exemple à l'endroit d'un ventre de la vague à former. Placé au fond ou près du fond (avantageusement combiné à un profilé de protection), l'injecteur ne dérange pas la circulation dans le bassin et l'usage de celui-ci. La position exacte des injecteurs pour un bassin ou piscine donnée, peut être obtenue par une étude expérimentale ou par simulation de modèles physiques.

Les injecteurs ou séries d'injecteurs sont en phase ou en contre-phase ou avec un déphasage déterminé (par exemple  $90^\circ$ ), avantageusement contrôlé en fonction de l'état de surface.

Plus les injecteurs sont répartis en différents endroits du bassin ou piscine, meilleur sera le mode des vagues, mais aussi moins grande sera la possibilité d'exciter un mode différent une fois le mode de vagues obtenu. Si le nombre d'injecteurs est important et réparti le long de tous les bords, il est possible de passer d'un type de vague à un autre type de vague en contrôlant de manière appropriée les injecteurs.

Pour réduire les canalisations, des injecteurs sont avantageusement placés au voisinage du bac de récupération d'eau pour la filtration.

Les injecteurs peuvent être du type alternés, c'est-à-dire permettant une fois une poussée du bas vers le haut, et une autre fois du haut vers le bas, ou permettant une fois une poussée vers la gauche et une autre fois une poussée vers la droite. Il est également possible de combiner des injecteurs fonctionnant dans des directions opposées ou sensiblement opposées. Dans le cas d'injecteurs à action verticale en direction opposée, il peut être intéressant de placer les injecteurs ou l'injecteur à action alternée dans une zone de hauteur correspondant à l'amplitude de la vague, de sorte que l'injecteur est sous le

niveau de la vague lors d'une poussée du bas vers le haut et au dessus du niveau de la vague lors d'une poussée du haut vers le bas.

5 Les injecteurs peuvent être placés lors du placement de la piscine, les conduits amenant le fluide sous pression étant alors encastrés ou enterrés. Selon une forme de réalisation, la piscine est munie d'une série d'ouvertures dans ces parois, ces ouvertures étant une extrémité ouverte d'une conduite destinée à être reliée à un système d'amenée d'un fluide. Ces extrémités sont alors fermées par un capuchon ou un bouchon, lorsque la piscine n'est pas munie d'injecteurs. Dans cette forme de réalisation, les ouvertures sont  
10 avantageusement munies d'un système pour déterminer un état de surface de la piscine ou d'une connexion pour envoyer un paramètre d'état de surface de la piscine vers un dispositif de contrôle.

L'injecteur peut être vertical ou peut être légèrement incliné par rapport à la verticale, par  
15 exemple en formant un angle compris entre  $-30^\circ$  et  $+30^\circ$ , de préférence compris entre  $-10^\circ$  et  $+10^\circ$ , plus particulièrement entre  $-5^\circ$  et  $+5^\circ$ . L'injecteur vertical dirige son jet avantageusement le long de la paroi verticale de la piscine. L'injecteur peut être du type fixe (position prédéterminée) ou mobile (la direction du jet peut varier dans une plage de direction déterminée), voire contrôlé (la direction du jet est contrôlée en fonction de l'état de  
20 la vague). Le contrôle de la direction du jet peut être commandé par un système électronique (par exemple le système contrôlant le fonctionnement des injecteurs). Pour ce contrôle, les injecteurs sont montés mobiles par rapport à un support, par exemple sont montés rotatifs par rapport à un axe, la rotation étant opérée par un moteur, un système hydraulique, pneumatique, etc.

25 La direction du jet des injecteurs peut être modifiée par le mouvement du liquide ou en fonction du mouvement du liquide ou en fonction d'un paramètre de la vague (fréquence, longueur d'onde, etc.). Selon une forme de réalisation, le mouvement du jet ou à tout le moins une partie du mouvement de celui-ci sera généré par le mouvement naturel du liquide dans le bassin ou la piscine. Ce contrôle de la direction du jet permettra ainsi  
30 d'amplifier le mouvement de la vague en tenant compte du mouvement naturel de la vague. Le jet suivra en quelque sorte le mouvement naturel de la vague. Dans une forme de réalisation, le jet est monté rotatif ou pivotant par rapport à une paroi du bassin ou de la piscine. Le mouvement de rotation ou de pivotement du jet, en particulier pour des jets  
35 ayant au moins une composante sensiblement horizontale au cours du temps, peut être opéré au moyen d'un moteur et contrôlé en fonction du niveau d'eau ou de liquide au voisinage du jet.

Pour éviter ou limiter les vagues dans une zone de la piscine, il est possible de prévoir des parois intermédiaires dans la piscine ou au moins à la surface de la piscine.

5 Ces parois intermédiaires peuvent être elle même l'occasion de placer les injecteurs avec leurs profils et leurs systèmes intégré.

Les capteurs permettent de mesurer (et donc par après de contrôler) les mouvements d'eau dans le bassin et dans les injecteurs. Ce sont par exemple :

- 10 • des capteurs de pression absolus ou différentiels,
  - qui mesurent les pressions à différents endroits du bassin  
et plus particulièrement :
    - près des endroits où les injecteurs agissent
    - à l'endroit de l'effet des injecteurs
    - à l'endroit de sortie des injecteurs
  - 15 à des endroits où l'on souhaite éviter les variations
  - qui mesurent les pressions dans les tuyauteries des injecteurs
    - à la sortie des pompes
    - avant et après les vannes
    - avant l'injection
- 20 • des capteurs de présence d'eau par effet capacitif, optique, ou autre permettant de mesurer les variations, périodes et phases des niveaux d'eau
- des capteurs par ultrasons, immergés ou hors de l'eau, qui mesurent les distances
- 25 entre une référence et la surface de l'eau
- et tout autre type de capteurs judicieux pour cette application.

L'apport de fluide, en particulier d'eau, dans les injecteurs est avantageusement contrôlé au moyen d'une ou de pompes et/ou vannes.

30 La source de puissance sera généralement une pompe. toutefois, on peut envisager, en particulier quand la durée des vagues est relativement brève, l'utilisation de l'énergie venant d'une eau sous pression disponible par ailleurs. Cela peut être intéressant dans certaines applications où il faut de toute façon un apport d'eau.

35 On peut moduler cette source de puissance, soit en faisant varier la vitesse du moteur de la pompe, soit en travaillant avec une pompe permanente et en agissant alors sur une vanne régulant le débit envoyé dans les injecteurs.

Le système faisant varier la vitesse du moteur utilisera une électronique appropriée au type de moteur, et par exemple avec contrôle par variateur de fréquence ou variateur de tension ou tout autre système électromécanique. Il est à noter qu'il n'est pas nécessaire d'arrêter complètement la pompe et qu'au contraire, pour une bonne efficacité, on gardera toujours une vitesse minimale au moteur, en ne faisant varier sa vitesse que dans une gamme de vitesse.

(par exemple en l'alimentant entre 20 et 50 Hz pour une motopompe travaillant nominalement à 50 Hz pour une vitesse nominale de 1450 tours par minute)

10

La courbe de vitesse imposée à la pompe tiendra par exemple compte des caractéristiques de la pompe, du besoin en variation de puissance à l'endroit optimal dans le liquide, de la performance des injecteurs et des pertes du circuit hydraulique. De bons résultats sont par exemple obtenus avec des courbes sinusoïdales dont des offsets et des gains sont judicieusement choisis. Des résultats valables sont également obtenus avec des commandes carrées, symétriques ou asymétriques.

15

Le système travaillant avec des vannes pourra utiliser par exemple :

- Vannes proportionnelles
- Vannes ON-OFF
- Vannes multivoies ou distributrices
- Vannes tournantes à débit ajusté en fonction de la position

20

Les vannes proportionnelles permettent un contrôle précis et réglable de l'injection. Elles n'ont cependant pas l'efficacité optimale puisque dans le temps une partie de l'énergie est perdue, sauf si plusieurs vannes sont utilisées et qu'elles débitent alternativement dans différents injecteurs, la somme des débits étant presque constante.

25

Les vannes On-Off sont plus simples, l'effet recherché est bon, mais l'onde de la vague sera moins pure puisque des ondes parasites sont générées. Ce défaut peut être corrigé par l'ajout de vannes additionnelles, de débits bien choisis et on peut ainsi avec des vannes On-Off travailler (comme en binaire) en presque proportionnel.

30

Les vannes multivoies permettent de résoudre facilement le problème de l'envoi de façon alternée et symétrique dans deux séries d'injecteurs placés à des endroits en opposition de phase. Elles sont au choix de leur construction, proportionnelles ou On-Off

35



On peut aussi avoir des séries d'injecteurs déphasés d'un angle différent de  $180^\circ$  et donc des vannes répartissant les flux de façons multiples à l'intérieur des  $360^\circ$  d'une période. On pourra même imaginer des périodes plus longues que les  $360^\circ$ , et tenant compte alors des battements de fréquence à l'intérieur du réservoir à agiter.

5

Les vannes tournantes à débit ajusté en fonction de leur position permettent d'une façon mécanique simple et optimale (une fois que tout a été bien calculé, ajusté et testé...) d'envoyer de façon cyclique (au rythme des vagues recherchées) l'eau dans les différents circuits d'injecteurs. Une pompe travaillant en continu et donc avec le rendement optimal, 10 envoie via cette vanne tournante l'eau dans les différents circuits, et ceux ci reçoivent exactement au bon moment, et exactement avec la bonne courbe (par exemple sinusoïdale pure, sinusoïdale avec gain et offset, carré du sinus, etc.) l'eau dont ils ont besoin.

15

Ces vannes tournantes sont des vannes multivoies qui distribuent le débit dans un, deux ou plusieurs orifices, et cela de façon répétitive en fonction de leur vitesse de rotation. Elles peuvent être à bille, à cylindre ou à cône comme les robinets à boisseau. Les vannes pouvant être immergées, elles peuvent avoir de légères fuites sans problèmes, et donc pouvoir tourner en permanence pratiquement sans frottement et donc sans usure.

20

Avec les vannes, comme dans le cas de variation de vitesse des moteurs, il ne faudra pas nécessairement couper complètement les arrivées dans les injecteurs. En effet un injecteur qui ne reçoit plus que quelques dizaines de pour cents de son débit nominal ne donne pratiquement plus de puissance, alors que pour remettre en route toute la colonne 25 d'eau, à partir d'un débit nul, il faudrait plus de temps et de puissance.

La régulation de la fréquence, de la phase et de l'amplitude de la vague sera avantageusement contrôlée de manière électronique.

30

En fait, la génération de vagues à partir de ces injecteurs, pompes, vannes et capteurs reprend beaucoup de la boule à vagues WOW ® commercialisée par la demanderesse, sachant que l'utilisation de la notion d'injecteur qui est en quelque sorte un multiplicateur-débit / diviseur-pression, permet de rendre le point « fixe » d'injection relativement insensible à la vitesse relative de l'eau. En effet la vitesse de l'eau sortant de l'injecteur est 35 d'un ordre de grandeur supérieur à la plus grande vitesse de l'eau à l'endroit de la poussée effective après l'effet multiplicateur.

Dans le système suivant l'invention on utilise avantageusement l'effet de résonance des vagues, de même que toute la régulation et les capteurs, optiques, sonores, de pression, etc., qui peuvent contrôler tout aussi bien les mouvements de la vague que les commandes des injecteurs et le résultat des injecteurs.

5

On peut même envisager une mesure de la pression dans le liquide à l'endroit de l'injecteur, par la mesure de la contre-pression de l'injecteur lui même.

10

Le système suivant l'invention permet en outre des effets secondaires intéressants : Les massages, les bulles, aération, oxygénation, dégazage d'un milieu liquide, etc.

15

Les injecteurs peuvent aussi être placés dans des zones bien choisies, loin des bords, par exemple en milieu de bassin ou dans des endroits de "ventres" de vagues, là où les baigneurs pourront en sus des vagues bénéficier des effets des jets et des bulles.

20

Les plots de départ (plongeoires) pour les piscines publiques, peuvent devenir facilement des générateurs de vagues avec injection de la puissance à partir du dessus, sans aucune interaction avec le réservoir piscine. (hormis la prise d'eau, mais qui peut se faire via le circuit de filtration)

25

Des blocs de filtration intégrée peuvent servir de générateur de vagues et peuvent aussi inclure ces éléments bulles et plongeoires.

Il est clair qu'un ou des injecteurs ou une série d'injecteurs peuvent être utilisés pour créer une ou des fontaines ou un ou des jets de liquide sortant au moins partiellement de la surface de liquide.

30

Il est également clair que le bassin peut être un bassin avec une paroi ou des parois latérales définissant un volume fermé ou sensiblement fermé.

REVENDICATIONS

1. Système pour créer des vagues à la surface d'un liquide contenu dans un bassin  
5 présentant un niveau moyen, ce système comprenant :
- au moins un injecteur, de préférence plusieurs injecteurs,
  - au moins un conduit pour relier l'injecteur ou les injecteurs à au moins une source  
d'un fluide mis sous une pression supérieure à la pression exercée par le liquide  
sur l'injecteur ou les injecteurs considérés,
  - 10 - un dispositif de contrôle de la vitesse et/ou de la pression du fluide sortant du ou  
des injecteurs
- dans lequel le ou lesdits injecteurs (8) sont choisis parmi le groupe constitué  
d'injecteurs dirigeant le fluide dans le liquide, au moins de manière intermittente, selon  
une direction principale formant un angle compris entre  $-30^{\circ}$  et  $30^{\circ}$  par rapport à un  
15 axe vertical ou horizontal, et d'injecteurs dirigeant le fluide au moins de manière  
intermittente le long d'une contre une paroi immergée dans le liquide, d'injecteurs  
dirigeant le fluide dans une direction opposée à la direction de mouvement d'une zone  
d'action d'un ou de plusieurs autres injecteurs ou dans une zone d'action croisant la  
zone d'action d'un ou de plusieurs autres injecteurs , et d'une combinaison de ceux-ci,  
20 et  
dans lequel le dispositif de contrôle comporte un moyen adaptant la vitesse et/ou la  
pression et/ou la direction du fluide sortant d'un ou d'injecteurs en fonction de l'état de  
surface d'au moins une partie de la surface du liquide, cet état de surface étant  
avantageusement détecté par un moyen de détection (14).
- 25
2. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte au moins un, en  
particulier au moins quatre, avantageusement au moins dix, de préférence au moins 20  
injecteurs (8).
- 30
3. Système suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que chaque injecteur est  
adapté pour assurer une vitesse de fluide à la sortie de l'injecteur (8) telle que la vitesse à  
l'endroit d'action sur le liquide ou dans la zone d'action soit supérieure à 0,5 m/s,  
avantageusement supérieure à 0,75 m/s, de préférence supérieure à 1 m/s, mais toujours  
35 supérieure à la vitesse naturelle de la vague à cet endroit.
4. Système suivant l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que chaque injecteur  
est adapté pour assurer un débit de fluide maximal de moins de 1 l/s, avantageusement de

moins de 0,5 l/s, de préférence de moins de 0,25 l/s, plus particulièrement de moins de 0,1 l/s par injecteur élémentaire, éventuellement en combinaison avec un ou plusieurs autres injecteurs, et/ou pour assurer une zone d'action de longueur de plus de 20cm, avantageusement de plus de 40 cm, de préférence de plus de 50cm, plus particulièrement d'au moins la différence de niveaux entre le niveau du creux minimal des vagues et le niveau maximal des vagues.

5. Système suivant l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le système de contrôle assure une injection de fluide par un ou des injecteurs vers une zone du bassin lorsque la vague va dans la même direction que la direction de l'injection.

6. Système suivant l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'un ou des injecteurs sont associés à un vortex explicite.

7. Système suivant l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comporte une première série (20) d'injecteurs et une deuxième série (21) d'injecteurs, et en ce que le dispositif de contrôle contrôle la vitesse et/ou la pression et/ou la direction du fluide des injecteurs, de manière à ce que lorsque la vitesse et/ou la pression de fluide sortant des injecteurs d'une série (20) est nulle ou sensiblement nulle, la vitesse et/ou la pression de fluide sortant des injecteurs de l'autre série (21) est maximale ou sensiblement maximale

8. Système suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte au moins une série d'injecteurs sensiblement verticaux (8) et un profilé courbe (16) adapté pour épouser la forme d'un coin ou d'un bord immergé du bassin

9. Système suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte au moins quatre séries d'injecteurs, chaque série d'injecteurs étant associée à un profilé courbe distinct (16).

10. Système suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte plus d'une série d'injecteurs, par exemple deux séries d'injecteurs (20,21 ;20bis,21bis), une première série étant associée à un premier profilé courbe (16), tandis que l'autre série d'injecteurs (20bis,21bis) est associée à un deuxième profilé courbe (16).

11. Système suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte un moyen pour créer un fluide sous pression et/ou présentant une vitesse

supérieure à celle de la vague, et plus particulièrement, après sa "détente", une vitesse supérieure à celle du liquide dans la vague, à l'endroit où cette vitesse est maximale.

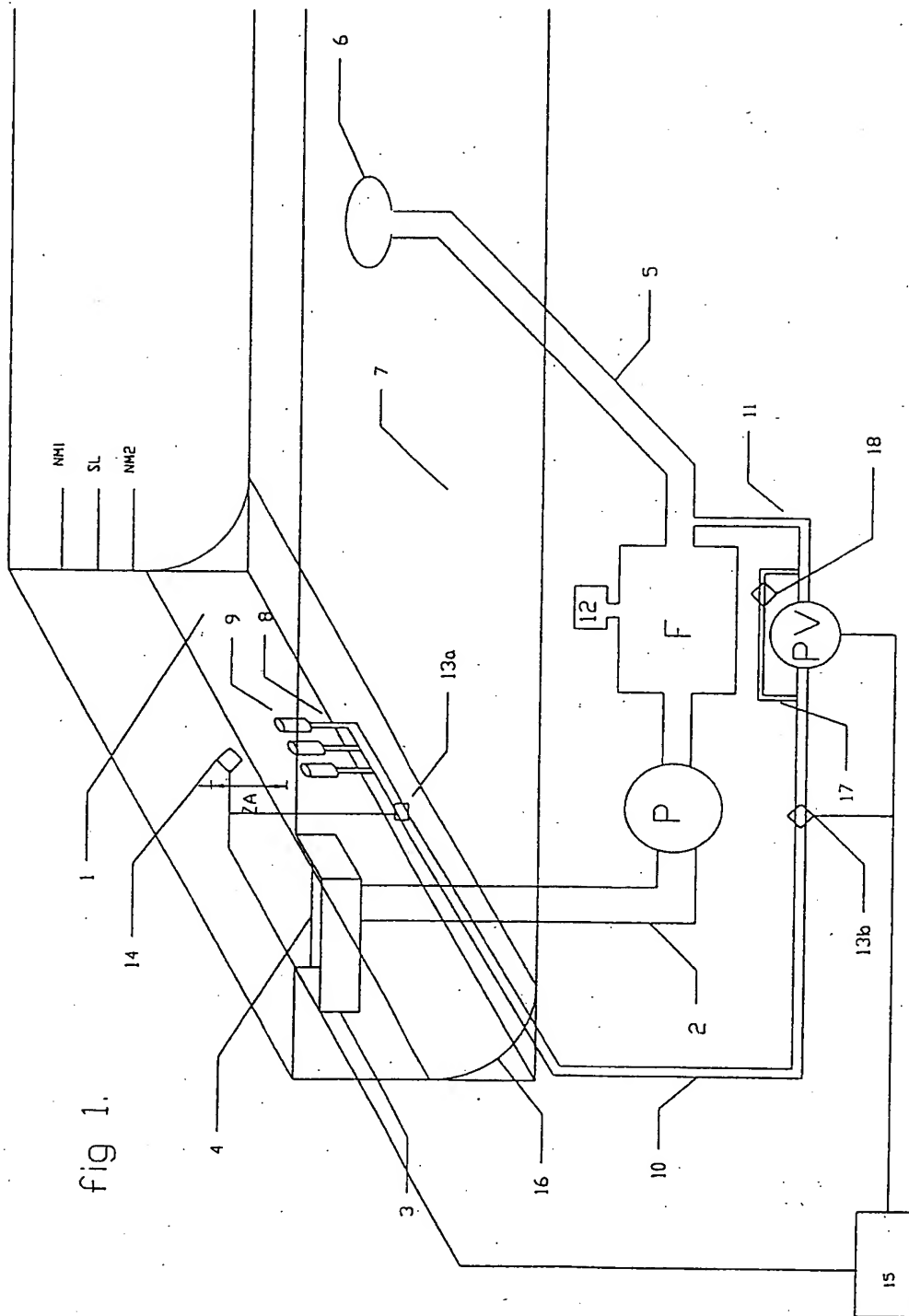
- 5 12. Système suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte un moyen choisi parmi le groupe constitué de moyens pour mettre un gaz sous pression, en particulier de l'air, de la vapeur, de l'air chaud, moyens pour mettre un liquide sous pression, en particulier de l'eau, moyens pour assurer une vitesse à un fluide, en particulier de l'eau
- 10 13. Système suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte une ou des pompes immergées dans le bassin, ou placées en local technique.
- 15 14. Système suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'un dispositif de contrôle contrôle la direction du fluide sortant d'un ou de plusieurs injecteurs et/ou contrôle une pièce apte à être placée dans le flux de fluide sortant de l'injecteur.
- 20 15. Système suivant la revendication 14, caractérisé en ce que le dispositif de contrôle comporte :  
- une pièce immergée présentant une surface avec au moins une fenêtre pour le passage au moins intermittent de fluide sortant d'un ou de plusieurs injecteurs, et  
- un système induisant un mouvement relatif entre la sortie d'un ou de plusieurs injecteurs et la fenêtre de la pièce immergée et/ou contrôlant le mouvement relatif entre la fenêtre et une pièce de fermeture adaptée pour obturer au moins  
25 partiellement ladite fenêtre.
- 30 16. Système suivant la revendication 15, caractérisé en ce que le système est relié à un ou plusieurs injecteurs de manière à induire audit ou aux dits injecteurs ou à au moins une partie de ceux-ci un mouvement de rotation ou de pivotement, avantageusement sous la forme d'un mouvement de va-et-vient.
- 35 17. Système suivant la revendication 16, caractérisé en ce que le système induit un pivotement compris entre  $-15^\circ$  et  $+15^\circ$  par rapport à une direction verticale tournée vers le haut.
18. Bassin destiné à contenir un liquide à la surface duquel des vagues sont créées, ledit bassin étant associé à un système suivant l'une quelconque des revendications 1 à 17.

19. Procédé pour créer des vagues à la surface d'un liquide contenu dans un bassin, dans lequel

- on injecte dans le liquide un ou des fluides au moyen de plusieurs injecteurs, et
  - on contrôle le fonctionnement des injecteurs et/ou la direction du fluide sortant d'un
- 5 ou d'injecteurs pour qu'un ou des injecteurs agissent soit pour amplifier le creux d'une vague, soit pour amplifier le sommet d'une vague, soit pour amplifier un mouvement horizontal.

20. Procédé suivant la revendication précédente, caractérisé en ce qu'on utilise un

10 système suivant l'une quelconque des revendications 1 à 19.



26

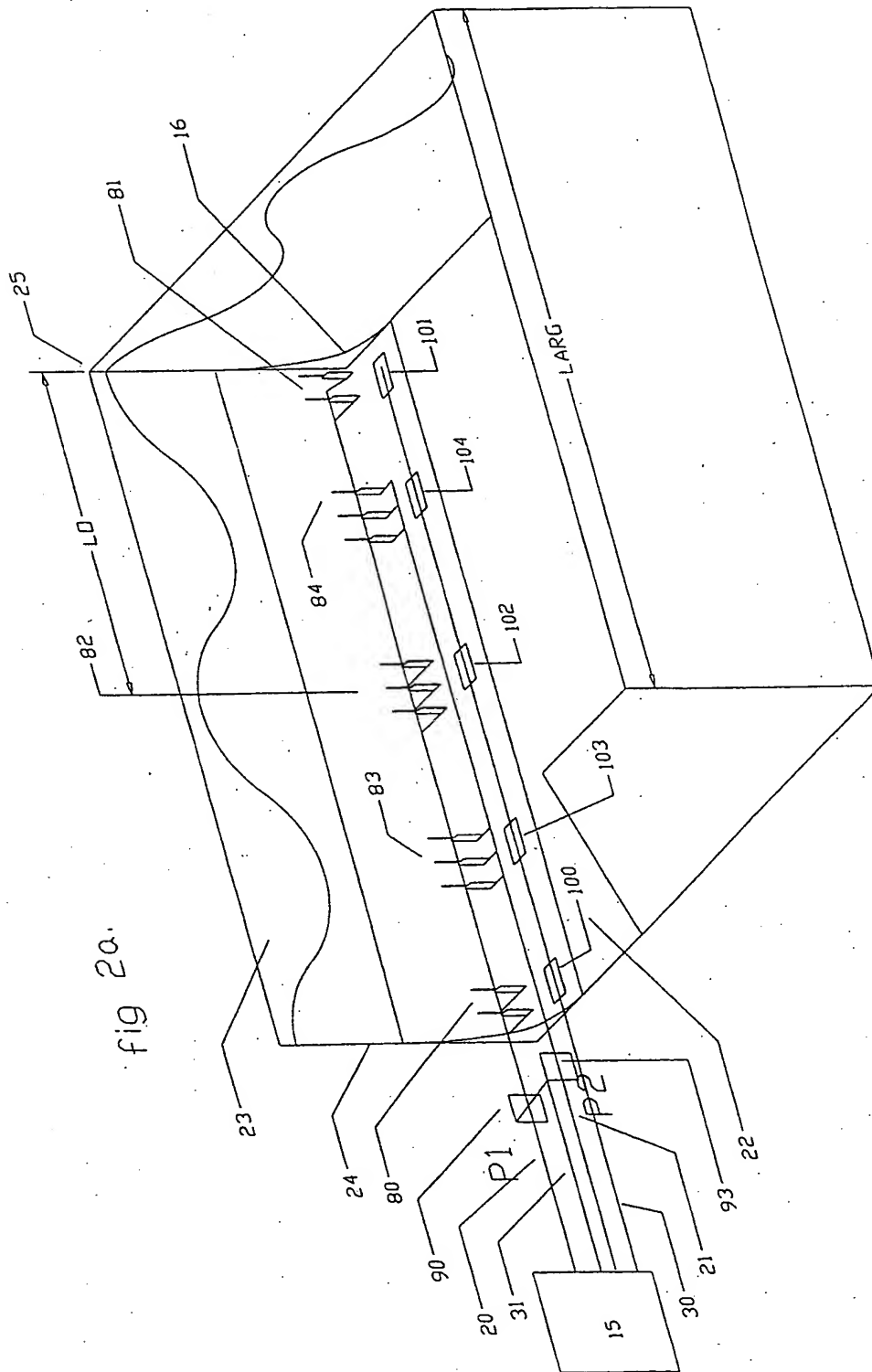
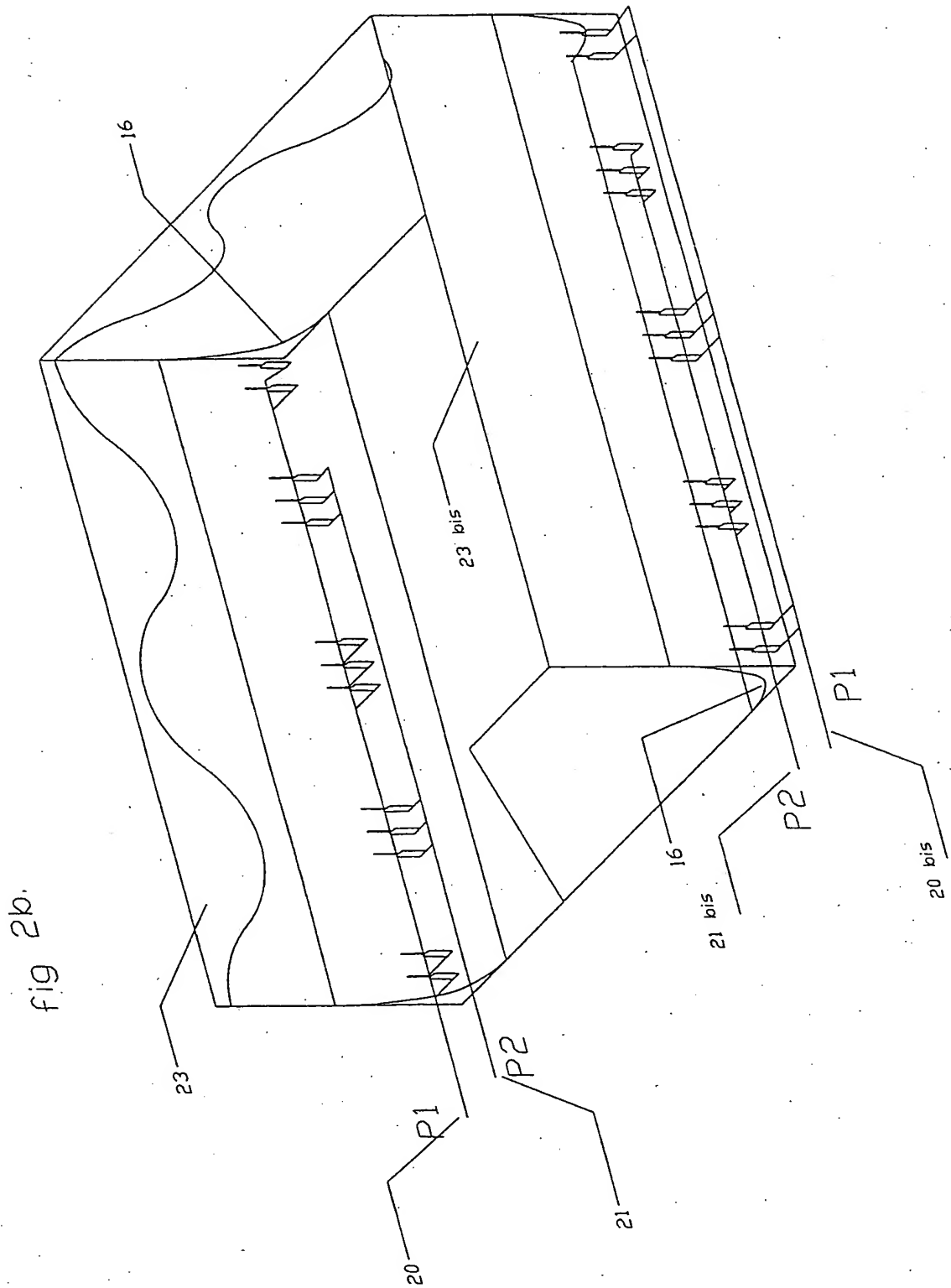


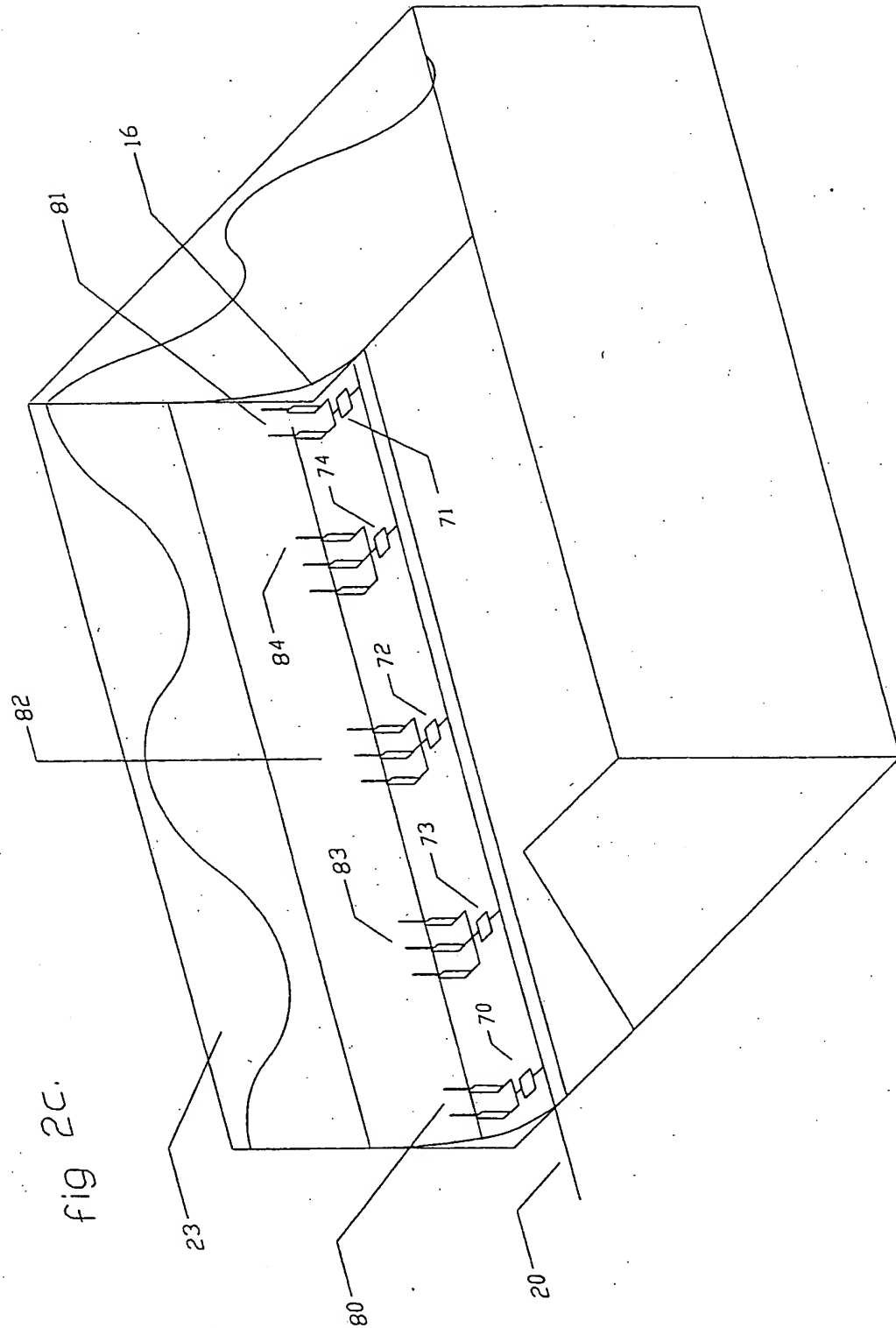
fig 20.



27



28



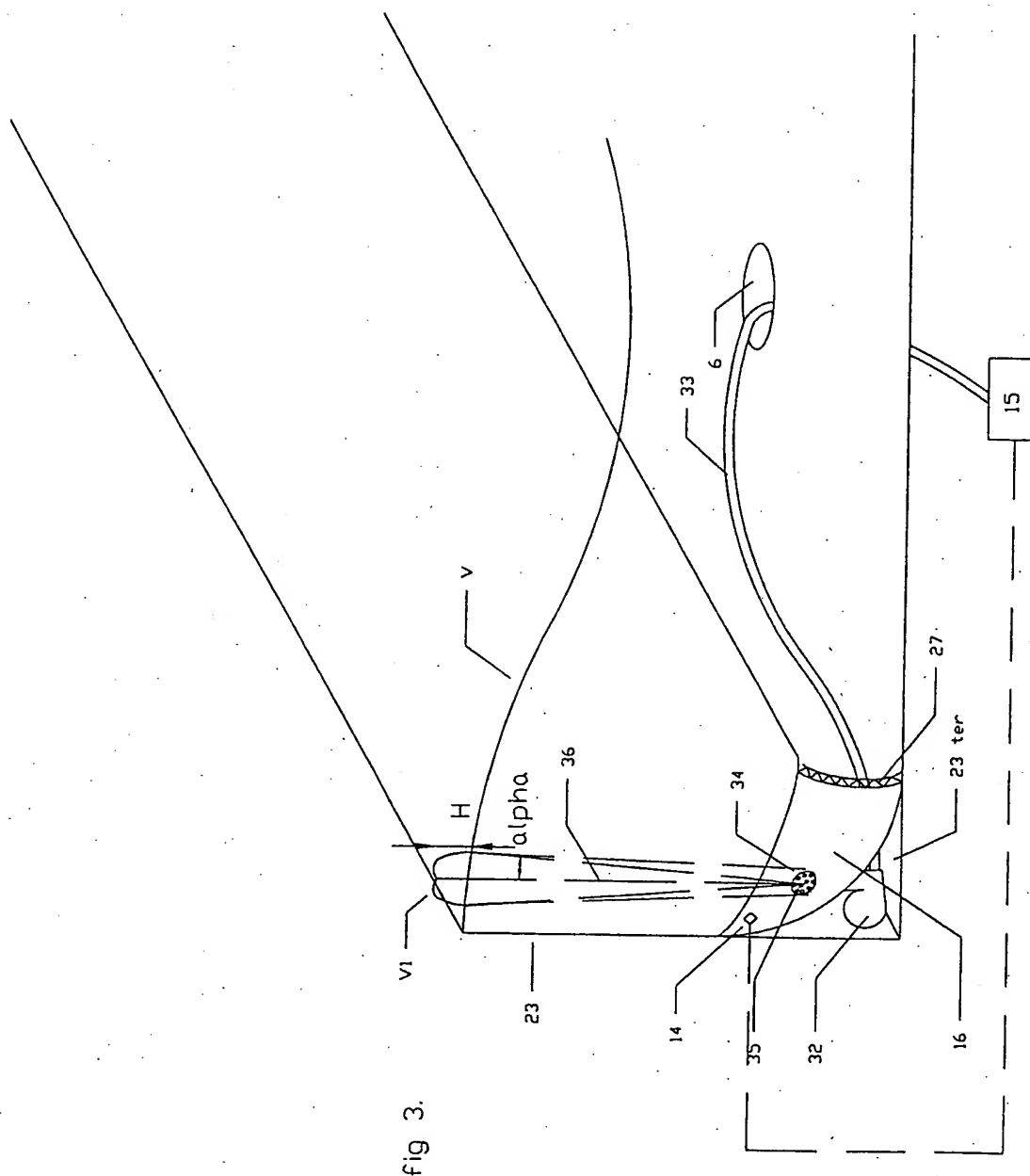
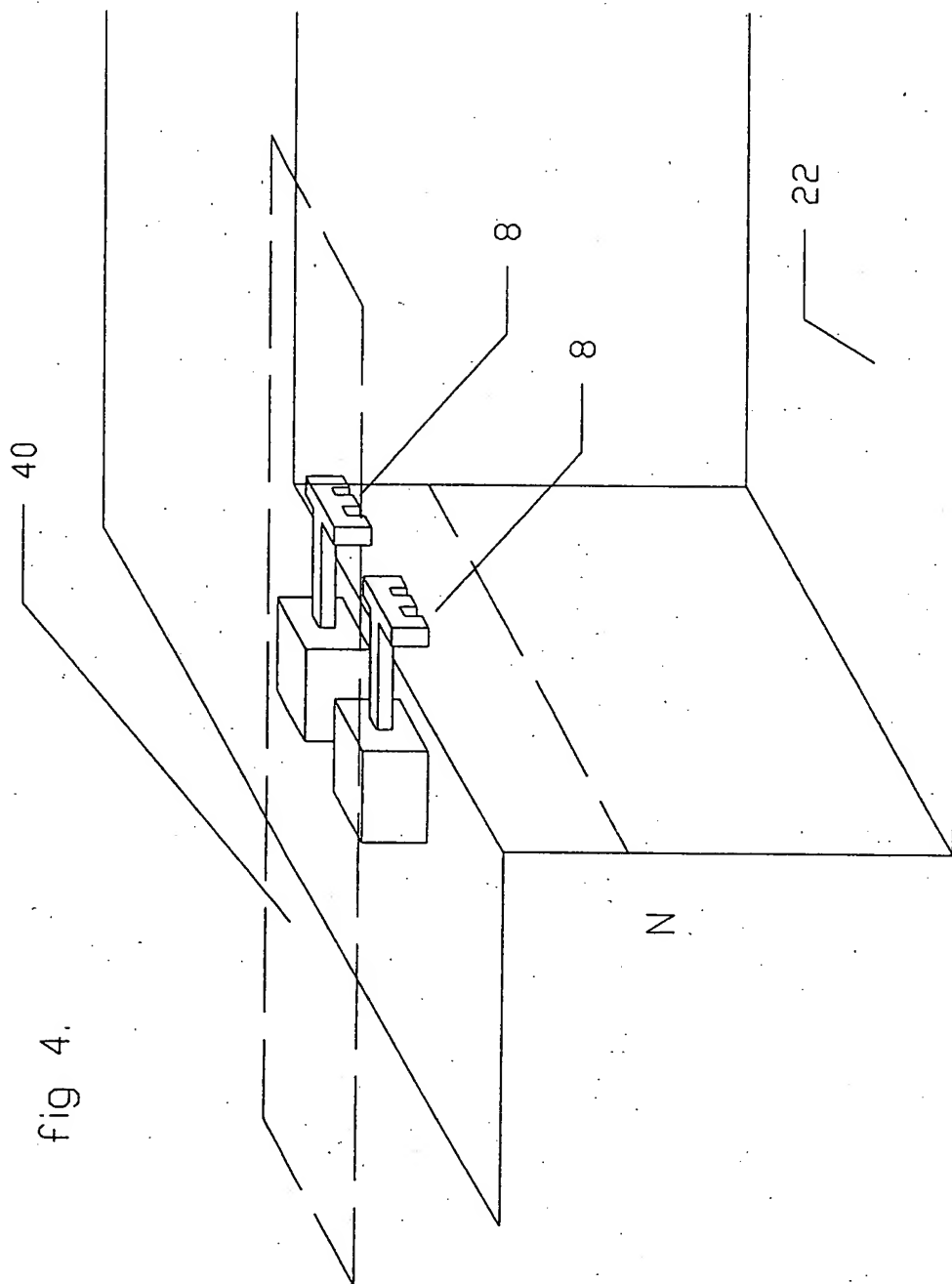
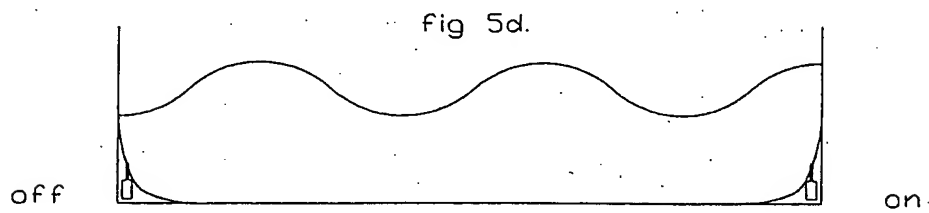
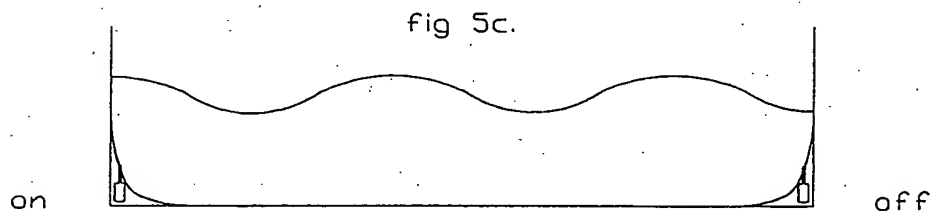
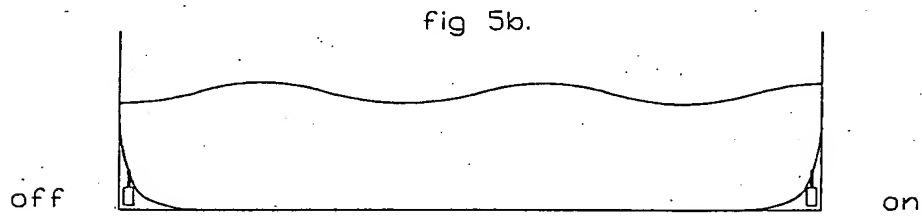
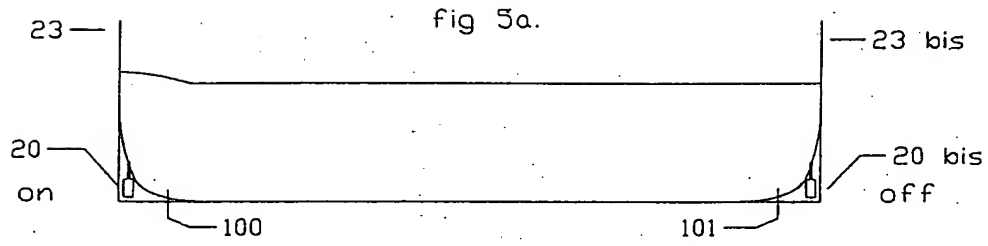


fig 3.





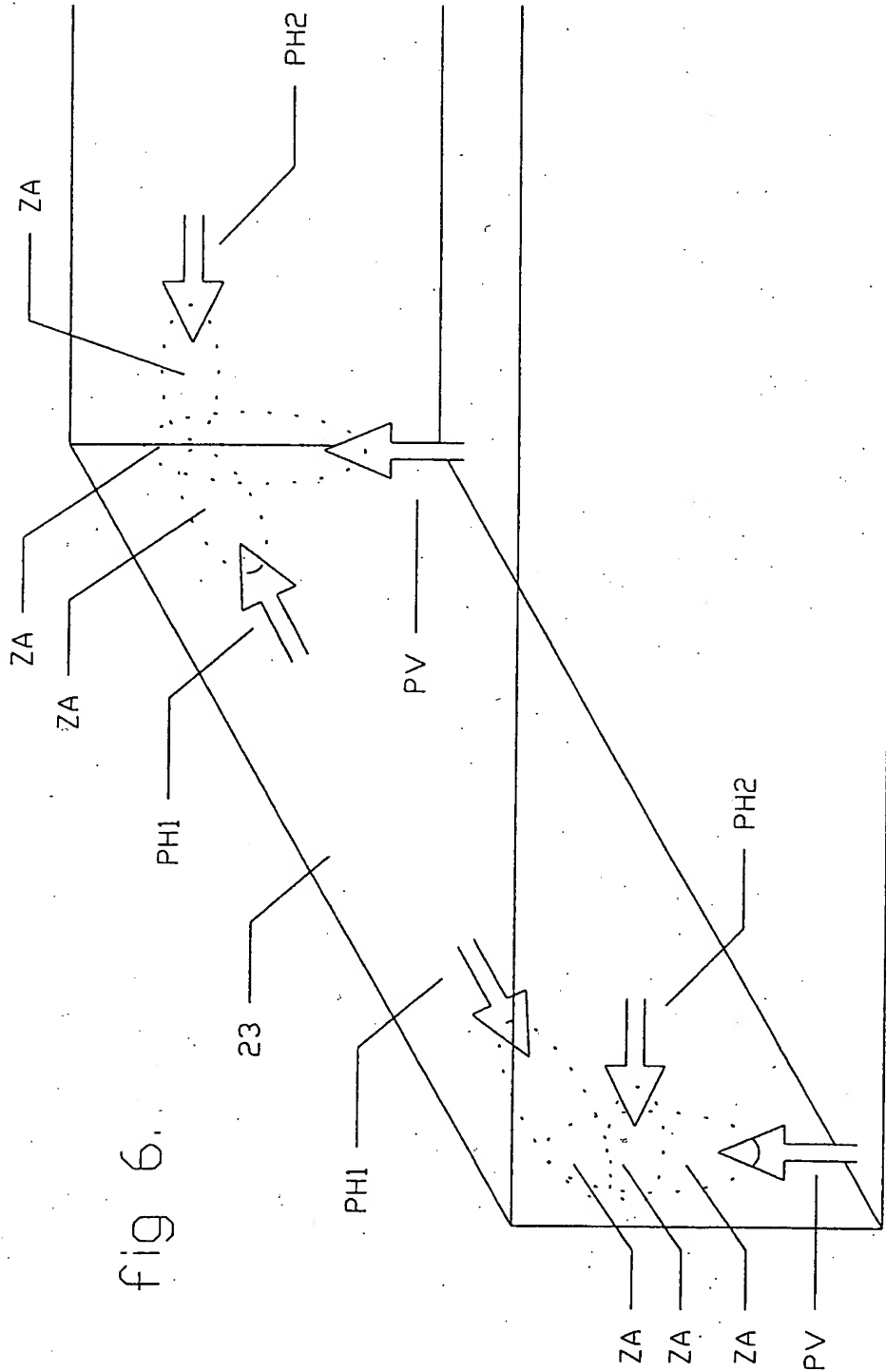


fig 6.

33

fig 7.

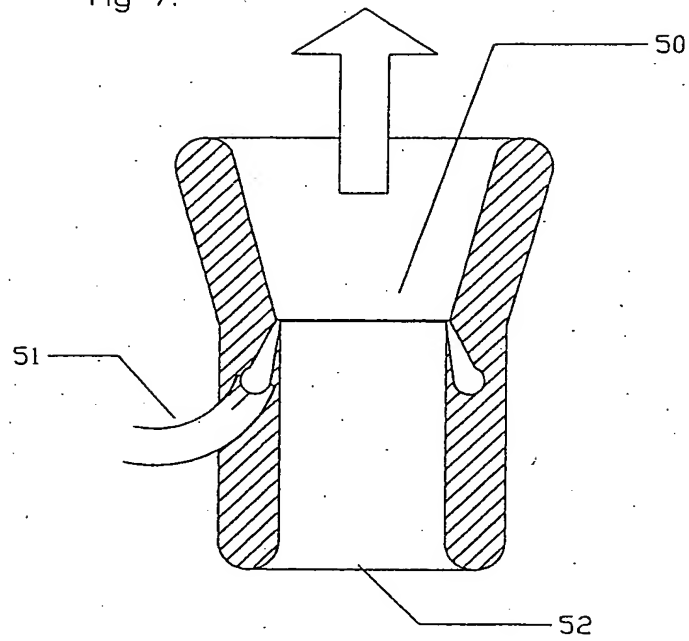
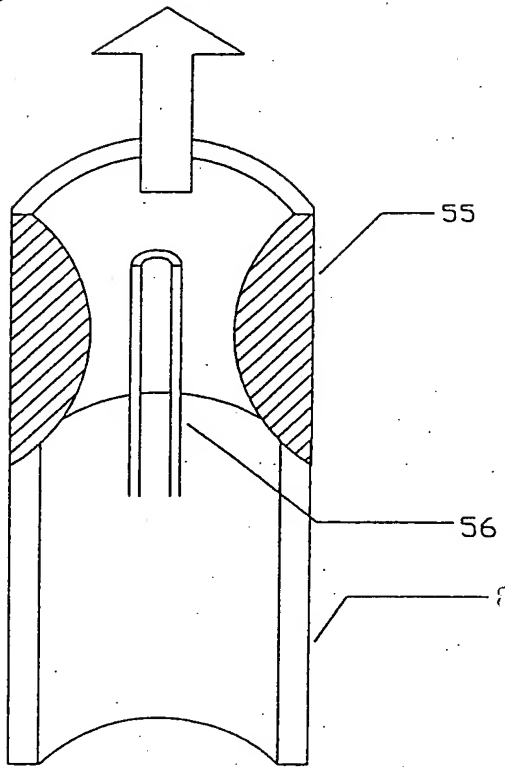


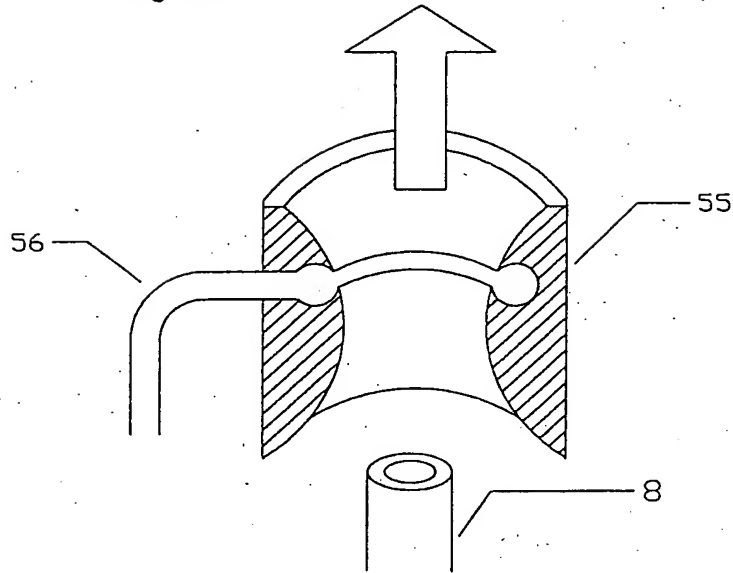
fig 8a.





35

fig 8b.



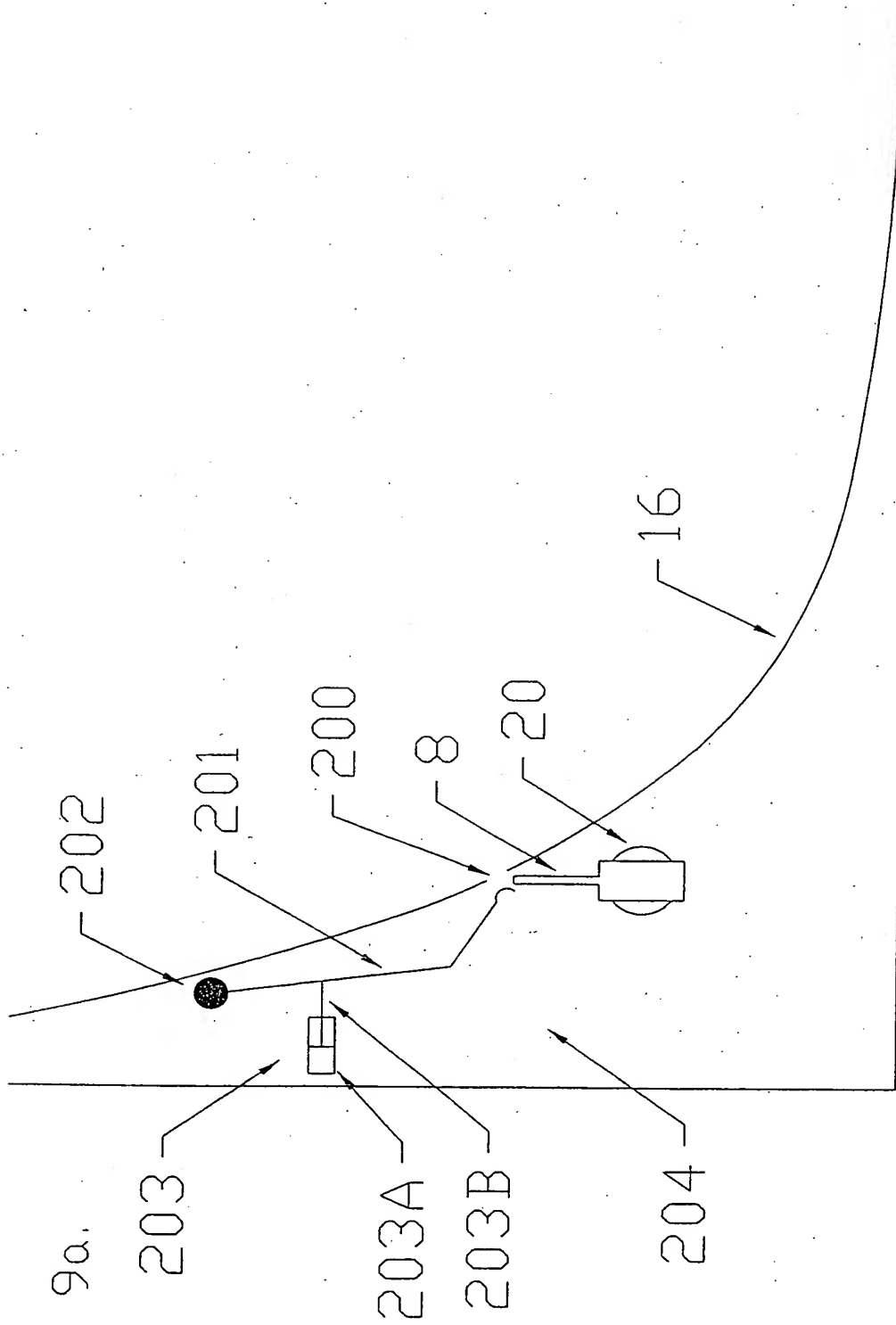
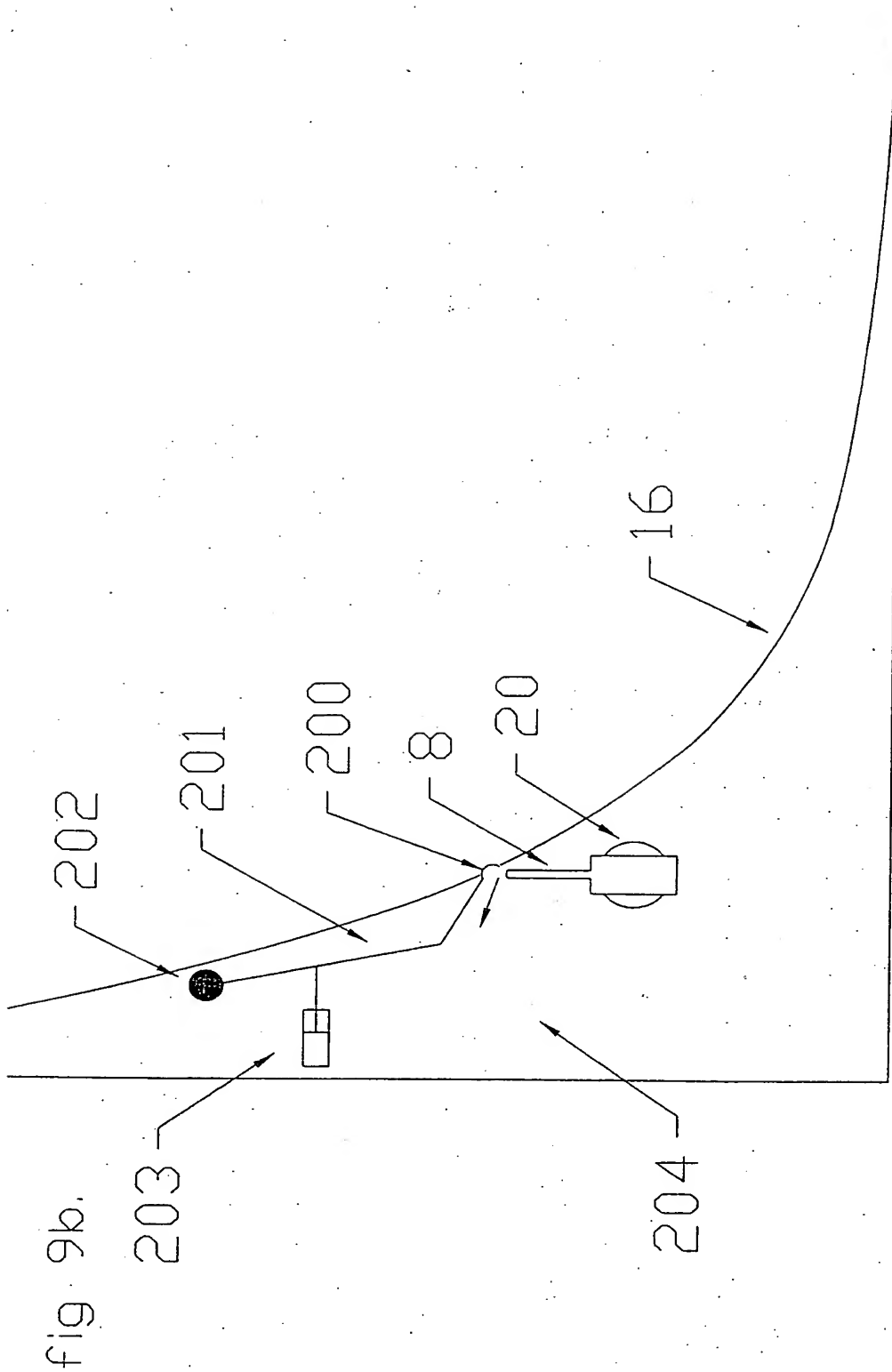


fig 9a.



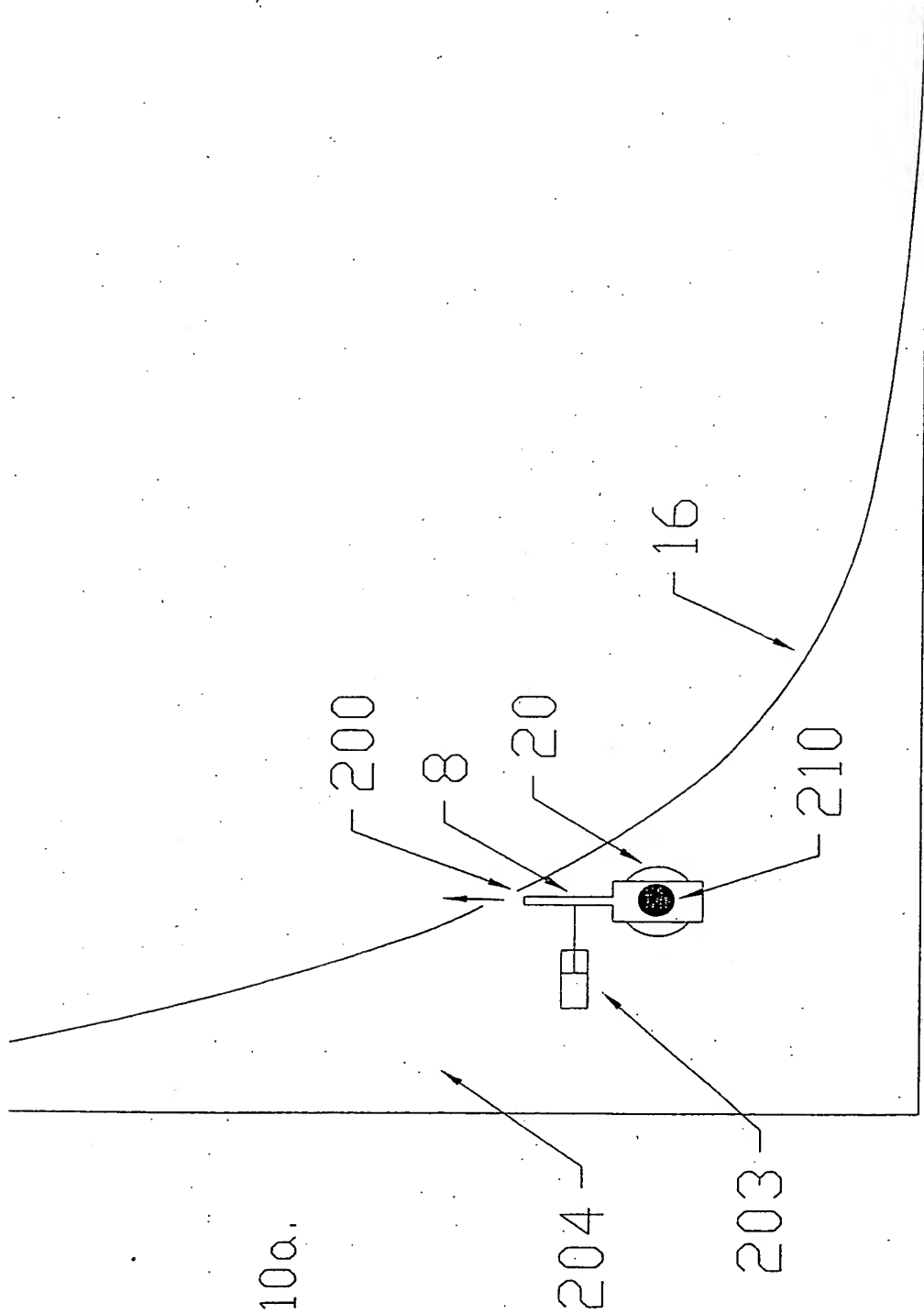


fig 10a.

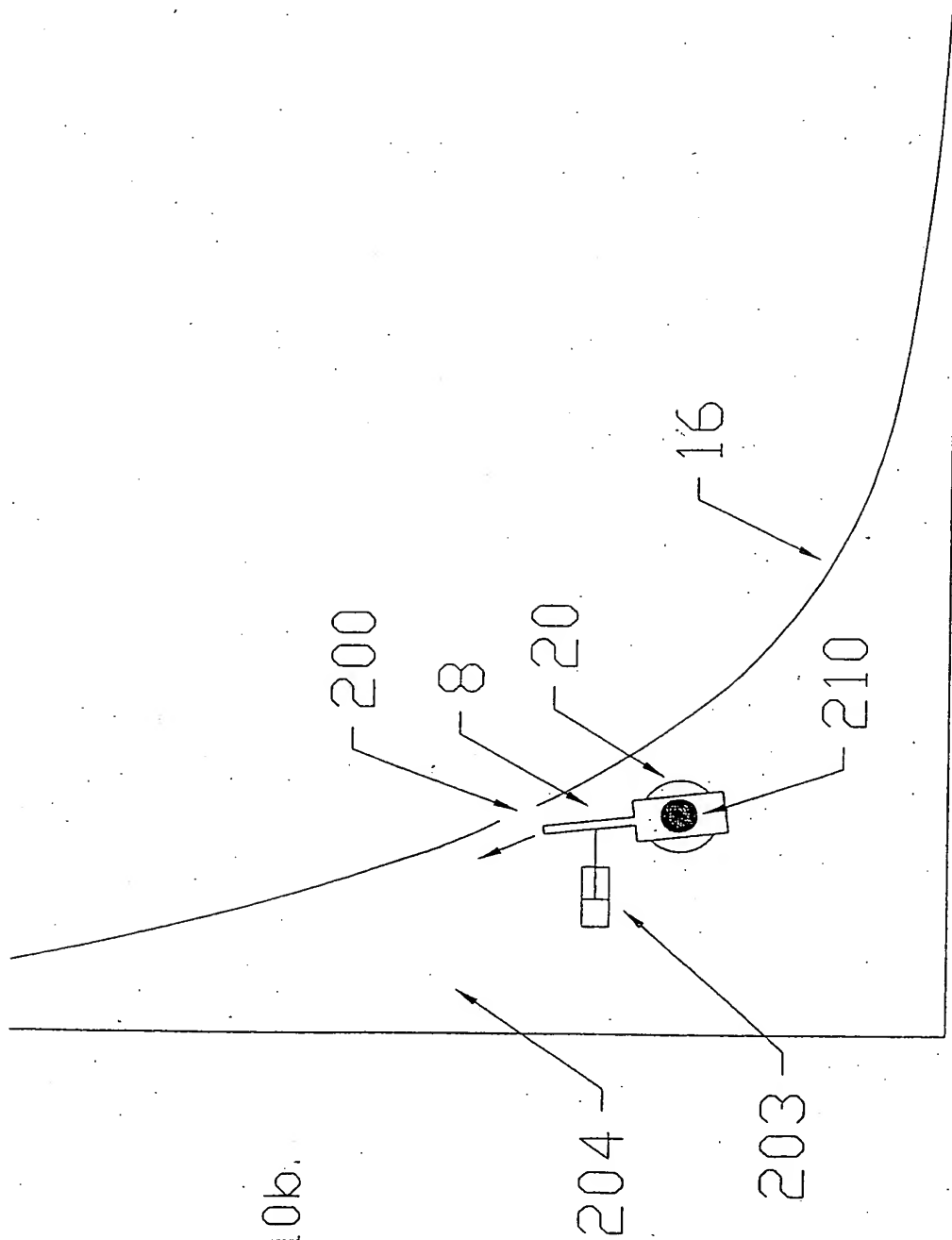


fig 10b.

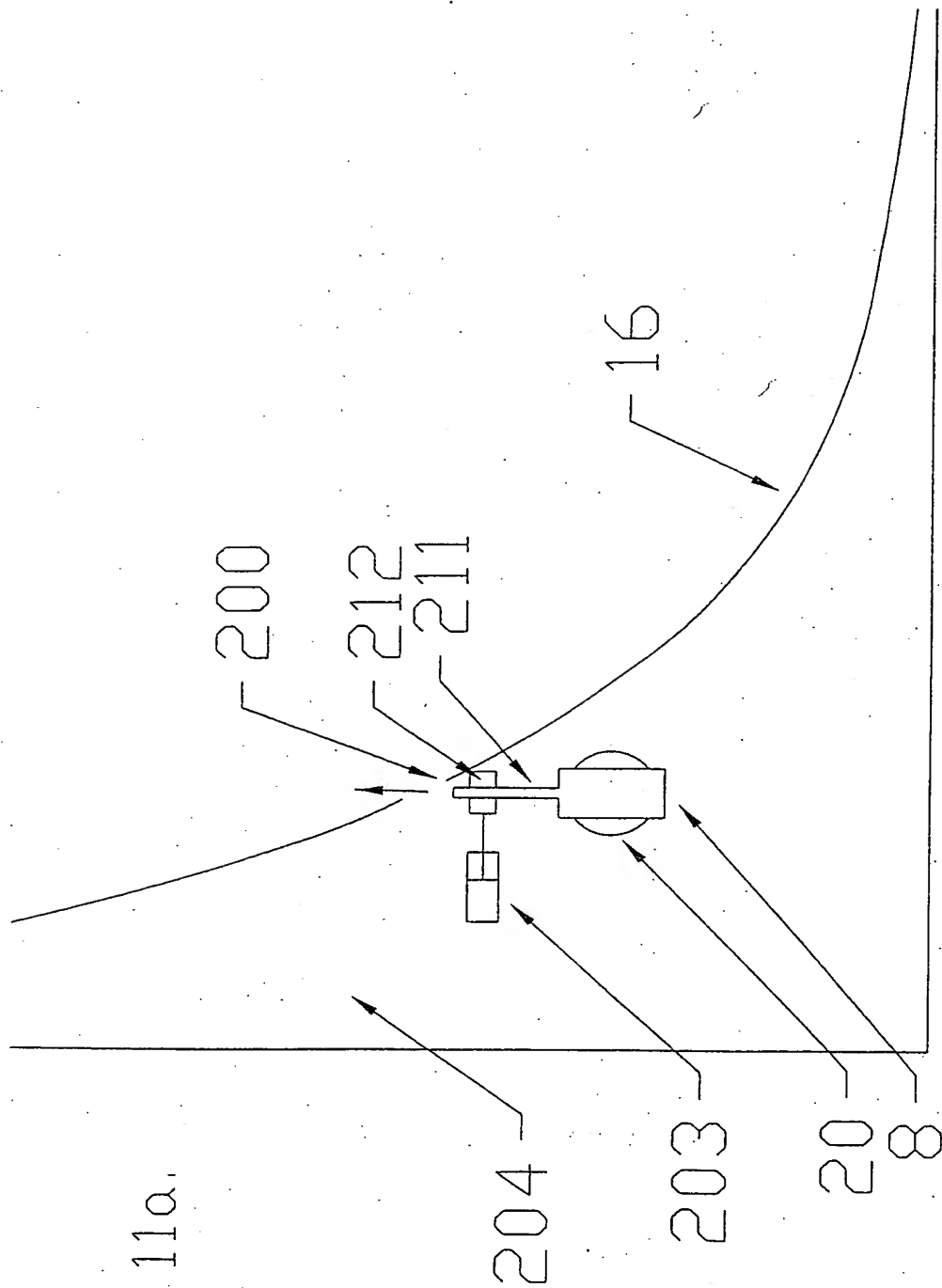


fig 11a.

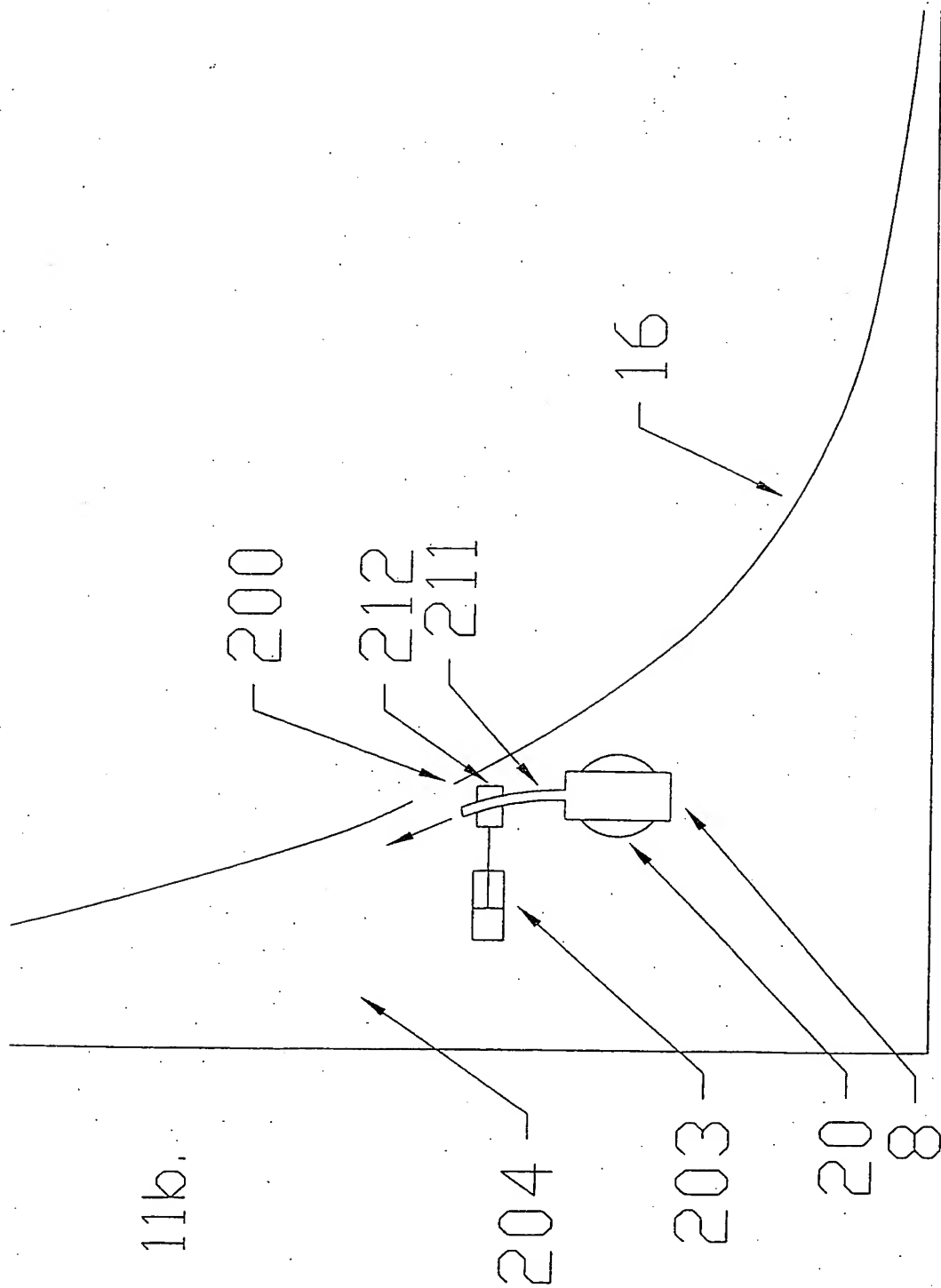


fig 11b.

fig 12a.

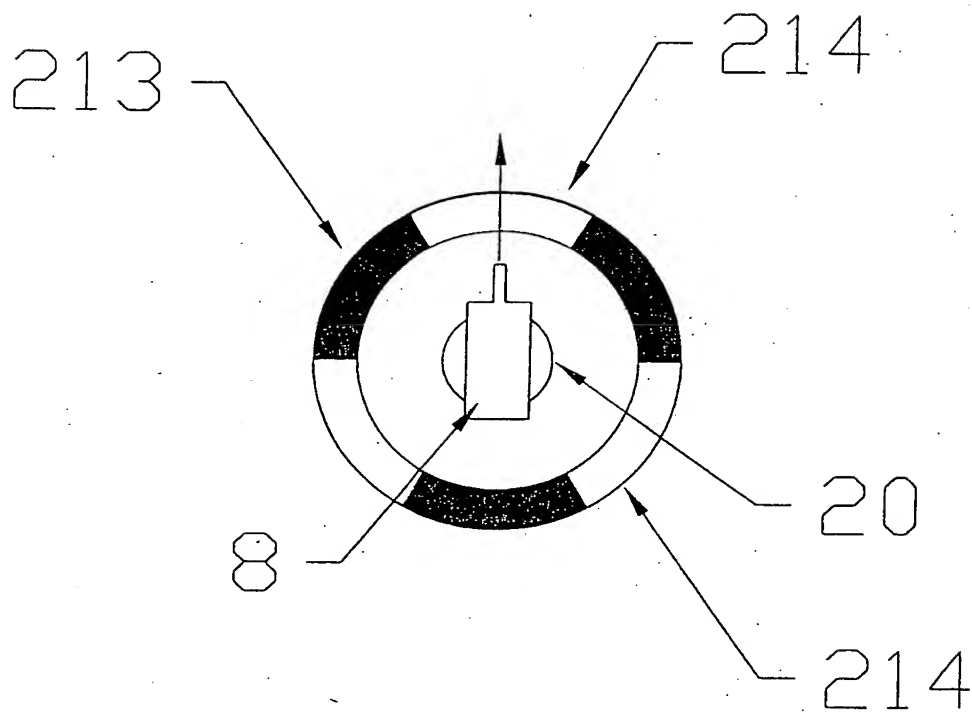
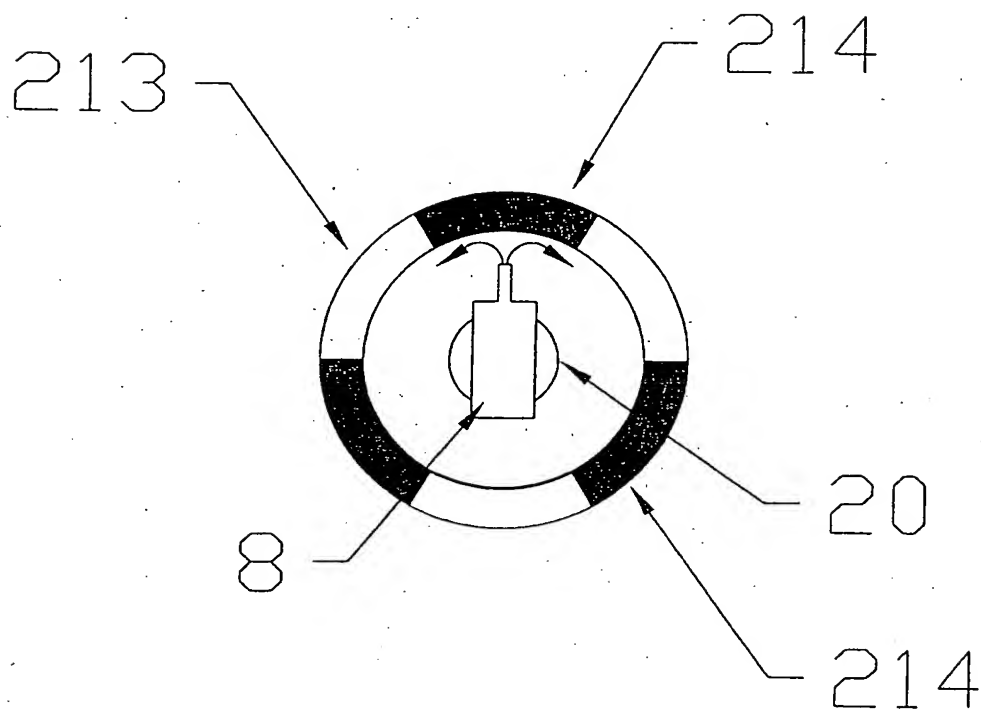




fig 12b.



## DEMANDE REJETEE

44

ABREGE

### Système pour créer des vagues ou un mouvement à la surface d'un liquide

- 5    Système pour créer des vagues à la surface d'un liquide contenu dans un bassin, ce système comprenant :
- un ou plusieurs injecteurs reliés à une source d'un fluide sous pression,
  - un dispositif de contrôle de la vitesse et/ou de la pression et/ou de la direction du fluide sortant des injecteurs
- 10   dans lequel le dispositif de contrôle comporte idéalement un moyen de détection d'un état d'au moins une partie de la surface du liquide et un moyen adaptant la vitesse et/ou la pression du fluide sortant des injecteurs en fonction de l'état de surface.